Sitzungsberi...

Bayerische Akademie der Wissenschaften. ...


BERKELEY
LIBRARY
UNIVERSITY OF
CALIFORNIA


MATH.-
STAT.
LIBRARY


MATH-
STAT.
LIBRARY





Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Band XV. Jahrgang 1885.



München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1886.

In Commission bei G. Franz.

Uebersicht
des Inhaltes der Sitzungsberichte Bd. XV Jahrgang 1885.

Die mit * bezeichneten Vorträge sind ohne Auszug.

Oeffentliche Sitzung der kgl. Akademie der Wissenschaften zur Feier des 126. Stiftungstages am 28. März 1885.

Oeffentliche Sitzung zur Vorfeier des Geburts- und Namensfestes Seiner Majestät des Königs Ludwig II. am 25. Juli 1885.

Sitzung vom 3. Januar 1885.

Sitzung vom 7. Februar 1885.

Sitzung vom 7. März 1885.

Sitzung vom 2. Mai 1885.

Sitzung vom 6. Juni 1885.

Sitzung vom 4. Juli 1885.

Sitzung vom 7. November 1885.

Sitzung vom 5. Dezember 1885.



Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 3. Januar 1885.

Herr A. Vogel trägt vor:

„Zur Chininprüfung."

Die von mir angegebene Reaktion des Chinin mit Bromwasser, Ferrocyankalium und Borax, wodurch eine prachtvolle rothe Färbung entsteht, ist in neuerer Zeit zum Gegenstand der Bearbeitung geworden. Arnold Eiolart (Chem. News 50. 102) hat meine Chininreaktion mit geringer Aenderung auch auf andere organische Salzbasen ausgedehnt. Die Veränderungen hinsichtlich der angewendeten Reagentien beziehen sich auf den Zusatz von Quecksilbercyanid und Calcium-Carbonat zu der mit Bromwasser versetzten Chininlösung. In meiner ersten Mittheilung über Chininreaktion (Gel. Anzeiger B. 40 S. 66) habe ich schon hervorgehoben, dass zur vollkommenen Sicherheit der Chininreaktion der Lösung des Chininsulfates nach Chlorwasser und Ferrocyankalium etwas Alkali zugefügt werden müsse. Statt der Verwendung von Ammoniumcarbonat zu diesem Zwecke habe ich in der Folge als diesen nothwendigen alkalischen Zusatz Dinatriumphosphat oder Boraxlösung in Vorschlag gebracht, weil mitunter in einem

Ueberschusse von Ammoniumcarbonat die Röthung wieder verschwindet, was mit Dinatriumphosphat oder Boraxlösung nicht der Fall ist (Akademische Sitzungsberichte 1883. Februar, Heft I. S. 73). Dass ausser den von mir vorgeschlagenen Lösungen von Dinatriumphosphat und Borax auch Calciumcarbonat und andere ganz schwach alkalisch reagirende Substanzen, wie Feldspath und Glaspulver sich geeignet erwiesen, ergibt sich aus meiner a. a. O. angeführten Beobachtung: Bringt man in eine mit Bromwasser und Ferrocyankalium versetzte schwefelsaure Chininlösung ein Stück carrarischen Marmors, so überzieht sich derselbe alsbald mit einer röthlichen Zone. Die Angaben Eiolarts sind in meinem Laboratorium wiederholt und bestätigt gefunden worden. Strychnin, Cinchonin, Caffein geben mit den in Vorschlag gebrachten Reagentien keine charakteristischen Reaktionen. Kocht man eine Morphinlösung mit überschüssigem Bromwasser, neutralisirt mit Calciumcarbonat und kocht wieder, so erscheint noch in Verdünnungen von 1:1200 Morphin eine rothe Färbung. Bei stärkeren Verdünnungen bildet sich eine orange oder braune Farbe. Versetzt man eine schwach salzsaure Lösung von Narcotin mit einem geringen Ueberschuss von Bromwasser und neutralisirt die Flüssigkeit mit Calciumcarbonat, so wird diese roth; enthält die Lösung mehr als 1:1000 Narcotin, so geht die Rothfärbung in Violett und Blau über. Die Färbung ist bei Gegenwart von Weinsäure oder Essigsäure schwächer. Eiolart ist noch einen Schritt weiter gegangen (a. a. O.) und hat es versucht, die Empfindlichkeit meiner Reaktion mit Bromwasser, Ferrocyankalium und Borax auf Chinin zu bestimmen. Nach meinen früheren Versuchen habe ich die Chininreaktion von einer Empfindlichkeit beobachtet, dass noch $^1/_{15000}$ Chininsulfat dadurch ungefähr entdeckt werden könnte. Nach Eiolarts Versuchen erscheint die Empfindlichkeit dieser Reaktion wesentlich grösser. Ich habe schon früher hervorgehoben, dass diese Bestimmungen

nahe zusammenhängen mit dem Löslichkeitsverhältnisse des Chininsulfates in Wasser, je nachdem man die Löslichkeit eines Theiles des Chininsulfates in kaltem Wasser in dem Verhälnisse von 1:740 (Baup.) oder in dem Verhältnisse von 1:780 Wasser annimmt. Die hiemit nach Eiolart's Angabe festgestellte grosse Empfindlichkeit des Reagens hat mich veranlasst, diese Reaktion zum Nachweis des Chinins in verschiedenen Chinarinden in Anwendung zu bringen. Livonius hat bekanntlich die Chininreaktion mit Chlorwasser und Ferrocyankalium angewendet, um in der Tinctura Chinae simplex, sowie in dem kalten Auszuge der China regia Chinin nachzuweisen. (Archiv der Pharm. 127. 56.) Was den Nachweis des Chinins mit dieser Reaktion in Rinden vom zweifelhaftem Chiningehalte betrifft, so habe ich schon a. a. O. darauf hingewiesen, dass hiebei auf einen Gehalt der Rinde an Tannin Rücksicht zu nehmen ist, indem bekanntlich Gerbsäure mit Alkalien, welche doch bei dieser Reaktion in Anwendung kommen, die mannichfachsten Farbennuancen liefert. Jedenfalls dürfte es empfehlenswerth erscheinen, sich bei dieser Art der Untersuchungen von der Abwesenheit des Tannins zu überzeugen oder das eventuell vorhandene durch salmiakhaltige Gelatinlösung, wie solche zur quantitativen Werthbestimmung der Gerbmaterialien im Gebrauche steht, zu entfernen.

Die meisten quantitativ untersuchten Chinarinden des Handels sind bekanntlich Gemenge verschiedener Chinarinden, aber selbst diese gelangen nicht selten unter verschiedenen Namen zur chemischen Untersuchung. Somit besitzen nach meinem Dafürhalten die zahlreich angegebenen Resultate quantitativer Chininwerthe der einzelnen Rinden nicht immer den vollen Werth, welchen man ihnen gewöhnlich beizulegen pflegt. Doch wenn auch die unter denselben Specialnamen chemisch untersuchten Chinarinden immer genau derselben Chinasorte angehörten, so gestatten doch die mannichfachen

zum Theil sehr complicirten und mitunter schwierig auszuführenden Untersuchungsmethoden keine ganz sichere Beurtheilung des Chininwerthes einer Chinarinde. Der Chiningehalt der Chinarinden wechselt nach den vorliegenden Angaben von 0,1 bis 9 Proc. Es erscheint wenig Vertrauen erweckend, wenn man bei Chinarinden oder als solche bezeichneten, die sich nach meinem qualitativen Reaktionsverfahren als notorisch alkaloidfrei ergeben, einen Gehalt an organischen Salzbasen angegeben findet. Hiezu kömmt noch, dass ein und dieselbe Chinarinde auf derselben Oertlichkeit gewachsen, jedoch unter verschiedenen klimatischen Einflüssen einen ganz verschiedenen Alkaloidgehalt besitzen kann, so dass sogar Rinden derselben Art, derselben Räumlichkeit und derselben Einsammlung unter Umständen verschiedenen Chininwerth haben können.

Hinsichtlich der jährlichen Chininproduktion liegen nur wenige Angaben vor; aus den zu solchen Zwecken verwendeten Quantitäten von Chinarinden dürfte nach einer indess nur ungefähren Berechnung geschlossen werden können, dass die Gesammtproduktion von schwefelsaurem Chinin aller Fabriken, allerdings vor ungefähr 10 bis 12 Jahren, gegen 70,000 Kilogramm betragen haben mag. Der enorme Verbrauch von Chinarinden, namentlich nachdem die bald nach Entdeckung des Chinins errichteten Chininfabriken progressiv grössere Quantitäten Rohstoff verschlangen, das räuberische schonungslose Gewinnungssystem in Südamerika, welches besonders nach Fehlschlagen des auf gedeihliche Pflege der Chinapflanzen berechneten belivianischen Monopols hervortrat, dazu die öftern politischen Wirren in jenen Ländern, liessen mit der Zeit ein gänzliches Aussterben dieser unersetzlich werthvollen Medicinalpflanze befürchten. Schon Humboldt berechnete den jährlichen Ausfall an Chinabäumen auf 25,000 Stücke. Die Erwägung solcher gefahrdrohender Verhältnisse musste bald den Gedanken nahelegen, Chinabäume aus Südamerika in andere Länder zu verpflanzen. Unter

mannichfachen Schwierigkeiten und nach missglückten Versuchen (1850 in Algier) gelang es Samen und Pflanzen der Cinchonen von Südamerika nach Java überzuführen. Auch diese Chinacultivation auf Java hatte jahrelang grosse Schwierigkeiten zu überwinden. (Hofmann, Bericht über die Entwicklung der chemischen Industrie.)

Der Vergleich der analytisch gewonnenen Zahlen südamerikanischer Ernten und derselben Gattungen von Chinabäumen auf Java gezogen, ergeben das befriedigende Resultat, dass der Gesammtalkaloidgehalt im Laufe der Jahre sich im Allgemeinen vermehrt hat, ja sogar dass mitunter selbst ursprünglich geringere Sorten von Cinchonenbäumen an Chiningehalt zugenommen haben. Ein ähnliches Resultat ergaben die englischen Anpflanzungen südamerikanischer Cinchonen in British Indien, theils an den Abhängen des Himalayagebirges, theils auf der Insel Ceylon. Wir bezeichnen die Steigerung des Alkaloidgehaltes der Cinchonen durch Verpflanzung absichtlich nur im Allgemeinen als richtig, da es an Ausnahmen von dieser Regel allerdings nicht fehlt. So hat z. B. Cinchona succiruba an Chinin ab, dagegen im Cinchonidingehalt wesentlich zugenommen u. s. w.

Wie das Chinin, die Alkaloide überhaupt, in den Pflanzen erzeugt werden, ist noch gänzlich unbekannt, jedenfalls können sie nur unter Mitwirkung von Ammoniak gebildet werden.

Eine in den englischen Plantagen versuchte stickstoffreiche Düngung ergab bei Cinchona officinalis eine günstige Beeinflussung der Produktionskraft der Pflanze und eine entschiedene Steigerung des Chiningehaltes. Die bekannte Thatsache, dass der Schierling, der bei uns Coniin enthält, in Schottland keines hervorbringt, (Ebermayer, physiologische Chemie der Pflanzen, S. 583) lässt darauf schliessen, dass das Sonnenlicht bei Erzeugung der Alkaloide in den Pflanzen eine gewisse Rolle spiele. Hiefür spricht auch die Angabe, (a. a. O.)

dass die tropischen Cinchonasorten in unseren lichtarmen Gewächshäusern fast gar keine Alkaloide (Chinin u. s. w.) erzeugen. Hiezu ist es mir gelungen, einen kleinen Beitrag der Bestätigung zu liefern. Aus verschiedenen Gewächshäusern habe ich Cinchonapflanzen untersucht und in keiner derselben ist es mir bis jetzt geglückt, die charakteristische rothe Chininfärbung, wie sie das von mir angegebene Reaktionsverfahren bietet, zu beobachten, wodurch indess selbstverständlich keineswegs eventuell die Auffindung von Chinin in anderen Treibhaus-Cinchonapflanzen ausgeschlossen erscheint. Allerdings mag nicht unberücksichtigt bleiben, dass die meinen Versuchen zu Gebote stehenden Exemplare nur wenig entwickelt waren. Da aber nach Eiolart die Chininreaktion mit Bromwasser, Ferrocyankalium und Borax oder Calciumcarbonat noch sehr geringe Quantitäten von Chinin anzeigt, so darf wohl angenommen werden, dass die von mir bis jetzt untersuchten Chinarinden keine nachweisbaren Spuren von Chinin enthielten. Es dürfte kaum einem Zweifel unterliegen, dass der Mangel an Sonnenlicht in unseren warmen aber lichtarmen Gewächshäusern das Fehlen des Chiningehaltes mitbedingt.

Wenn hiernach das Sonnenlicht als ein befördernder Faktor der Alkaloidbildung in der lebenden Pflanze betrachtet werden darf, so ist dagegen nach übereinstimmenden Beobachtungen das Sonnenlicht auf den Chiningehalt der geschälten Rinde von entschieden nachtheiligem Einfluss. Die Art des Trocknens der frisch geschälten Rinde ist von grosser Bedeutung in der Chininfabrikation, indem das Chinin und wohl auch andere organische Salzbasen unter der Wirkung von hellem Sonnenlichte sich zersetzen, dunkel gefärbt und unkrystallisirbar werden und sich in gefärbte harzartige Substanzen umwandeln. Pasteur macht darauf aufmerksam, dass die Chinarinden nach dem Schälen unter Abschluss des Lichtes im Dunkeln getrocknet werden sollen, indem dadurch

sowohl die Ausbeute vermehrt, als die Gewinnungsweise eine leichtere wird. Sogar bei der Werthbestimmung der Chinarinden im kleineren Maassstabe, wobei 25 g Rindenpulver nur 24 Stunden bei Zimmertemperatur mit verdünnter Schwefelsäure extrahirt werden, empfiehlt Hilbig[1]) nach seinem ausgezeichneten Extraktionsverfahren, welches bekanntlich durch eine grössere Versuchsreihe als das zweckmässigte erkannt worden, möglichst den Abschluss direkter Sonnenstrahlen. Uebrigens steht dieses eigenthümliche Verhalten der Alkaloide zum Sonnenlicht keineswegs isolirt da, sondern hat ein Analogon im Verhalten des Chlorophylls zu den direkten Sonnenstrahlen. Bekanntlich ist das Chlorophyll ganz und gar an das Licht gebunden, es ist offenbar ein Kind des Lichtes, im Dunkeln wachsende etiolirte Blätter zeigen keine Chlorophyllbildung. Sobald aber das Chlorophyll aus dem vegetabilen Lebensverbande ausgeschieden worden, reicht eine kurze Einwirkung der direkten Sonnenstrahlen hin, um die grüne Farbe vollkommen zu zerstören.

Ich habe Grund zu vermuthen, dass auch die Tanninbildung in der lebenden Pflanze einigermassen von dem Lichte beeinflusst werde. Hiefür spricht zunächst die Thatsache, dass der Gerbstoffgehalt der Buchen- und Lärchenrinde von unten nach oben, also von den weniger belichteten zu den mehr belichteten Stellen entschieden zunimmt und zwar in dem Verhältnisse von 4:6 und von 5:10. Die sonnigen Gebirgslagen von mittlerer Höhe liefern nach vielfacher Erfahrung durchschnittlich die gerbsäurereichsten Fichtenrinden. Am grössten ist der Tanningehalt bei Niederwaldbetrieb in Lichtstellung, während Dunkelstellung für die Gerbstoffproduktion ungünstig erscheint. Hierher gehört auch die Beobachtung, dass dem Lichte vorzugsweise ausgesetzte Blätter

1) Kritische Beurtheilung der Methoden zur Trennung und quantitativen Bestimmung der wichtigeren Chinaalkaloide. Dorpat 1850.

verhältnissmässig reich an Gerbstoff sind, wie denn im Allgemeinen nach Th. Hartig's Analysen auch der Tanningehalt der Eichenblätter und Eichenzweigrinde ein sehr grosser ist. Doch über diese Vegetationsvorgänge muss erst eine direkte Versuchsreihe endgiltige Aufklärung liefern.

Sitzung vom 7. Februar 1885.

Herr W. v. Beetz legte vor und besprach eine Abhandlung:

„Ein Beitrag zur Kenntnis der Molekularkräfte." Von Andreas Miller.

(Mit 1 Tafel.)

I. Ziel der Untersuchung.

§ 1. Als W. Weber die Existenz der nach ihm benannten „elastischen Nachwirkung" (E—N.) dargethan und Einiges über die Gesetzmässigkeit ihres Verlaufes konstatiert hatte, fand sie lange Zeit keine weitere Beachtung mehr. Herrn Professor F. Kohlrausch hat man die Wiederaufnahme der Untersuchungen über das vorgenannte Phänomen zu verdanken. Er hat nicht nur die weiteren grundlegenden Untersuchungen gepflogen und die in Rede stehende Erscheinung nach Mass und Zahl näher erforscht, sondern insbesondere auch die Weber'sche Hypothese über den die elastische Nachwirkung verursachenden physikalischen Vorgang im deformierten Körper mehr befestiget und erweitert. Ein ganz wesentliches Verdienst seiner Arbeiten wird aber darin gesehen, dass die elastische Nachwirkung durch sie als ein selbständiger, nicht nur die elastischen Verschiebungen begleitender Vorgang erkannt, und ihre Wichtigkeit in's

richtige Licht gesetzt worden ist. In der That haben die einschlägigen Publikationen des Herrn Prof. F. Kohlrausch [1]) nicht verfehlt, eine recht stattliche Literatur über diesen Gegenstand hervorzurufen. Von den experimentellen Arbeiten dieser Art muss ausser den ziemlich zahlreichen von Herrn F. Kohlrausch [1]) die von F. Braun [2]) hier besonders hervorgehoben werden, indes die übrigen einschlägigen Untersuchungen, wie die von H. Streintz, L. Boltzmann, F. Neesen, O. E. Mayer, E. Warburg u. a. mehr oder minder mathematischer Natur sind. Ich mache hier noch auf eine Arbeit von N. A. Hesehus [3]) aufmerksam, von der mir jedoch nur ein Auszug in den „Beiblättern" zur Verfügung stand.

Die Untersuchung „Ueber die Erhöhung der Elastizitätsgrenze der Metalle", welche Herr Prof. Bauschinger [4]) in Dingler's polyt. Journal Bd. 224 publiziert hat, verfolgt zwar zunächst ein anderes Ziel, als das hier in's Auge gefasste. Da aber Streckungen voraussichtlich von Nachwirkungserscheinungen begleitet sind, und dies in der eben erwähnten Arbeit meines Wissens zum ersten Male experimentell erwiesen worden ist, so glaube ich, sie ungeachtet des Umstandes, dass bei ihr Versuchsobjekte von verhältnismässig grossen Dimensionen zur Verwendung kamen, hier registrieren zu müssen. Es erscheint mir die Konstatierung dieser Thatsache durch Herrn Prof. Bauschinger um so wichtiger, als Generalmajor Uchatius [5]), obwohl ihm die Erscheinung der

---

1) F. Kohlrausch, Poggendorff's Annalen, Bd. 119 Seite 337 (Jahrg. 1863) und Bd. 128 Seite 1 (Jahrg. 1866) u. a.

2) F. Braun, Poggendorff's Annalen, Bd. 159 S. 337 (Jahrg. 1876).

3) Beiblätter, Bd. VII Jahrgang 1883. Seite 654.

4) Bauschinger, Dingler's polyt. Journal Bd. 224. Ein Auszug hievon: Beiblätter Bd. 1 Seite 380.

5) Uchatius, Dingler's polyt. Journal Bd. 223.

NB. Während des Druckes kommt mir ein Referat in den Beiblättern, Heft 1 Jahrg. 1885, über eine einschlägige Arbeit von G. J. Michaëlis zur Kenntnis.

Nachwirkung bei seinen Versuchen aufgefallen ist — S. 246 — dem Namen nach, wenigstens in der eben zitierten Abhandlung, ihrer nie Erwähnung thut.

Während sich nun Herr F. Kohlrausch, was den experimentellen Teil seiner Untersuchungen betrifft, mit der Erforschung der äusseren Erscheinung der elastischen Nachwirkung vorzugsweise befasste, hat F. Braun die Frage: „Sind elastische Nachwirkung und die elastische Verschiebung wesentlich gleich oder sind dieselben spezifisch verschiedene Bewegungen"? studiert.

§ 2. Die vorliegende Experimentaluntersuchung schliesst sich weder der einen noch der anderen der ebenerwähnten Arbeiten an, sondern ihr liegt die Absicht zu Grunde, der Kenntnis der Molekularkräfte dadurch förderlich zu sein, dass sie sich mit der Erforschung von Veränderungen der inneren Reaktion gespannter Drähte gegen eine Gestaltsänderung vor, während und nach vorgenommenen Längsverschiebungen beschäftiget. Untersucht wurden einfache Metalle, Legierungen und organische Stoffe.

§ 3. Bekanntlich zeigt sich die elastische Nachwirkung darin, dass z. B. einer, infolge einer Belastung vor sich gegangenen Verlängerung eines Drahtes, bei dann eingetretener konstanter Spannung, eine weitere allmähliche Verlängerung folgt. Dies ist nur denkbar, wenn der Verschiebung der Moleküle eine Verminderung der elastischen Reaktion des Drahtes nachfolgt, wenn also der statische Elastizitätsmodul (E—M) abnimmt. In gleicher Weise wird nach einer teilweisen Entlastung, wenn dieser bei konstant gewordener Spannung eine Verkürzung des Drahtes folgt, auf eine Zunahme der elastischen Reaktion zu schliessen sein.

Die Kenntnis dieser Veränderung scheint mir nicht nur ihrerselbstwillen, sondern auch deshalb wünschenswert, weil sie zur Aufklärung über die in der Konstitution der Materie

liegende Ursache der Nachwirkung beitragen kann. Der Hauptvorteil dürfte aber darin liegen, hiedurch zu einer klareren Anschauung über den Begriff des longitudinalen Elastizitätsmoduls zu gelangen, der durch die Nichtberücksichtigung der Nachwirkung bei Bestimmung desselben offenbar verdunkelt ist. Es ist kaum fraglich, dass das Verfahren zur Bestimmung des longitudinalen Elastizitätsmoduls, wie es dermalen gehandhabt wird, nur zu einer ersten Annäherung führt. Dass nämlich bei demselben auch die fast nie entbehrliche ständige oder Anfangsbelastung eine Rolle spielen muss, wenn eine Elastizitätsveränderung selbst bei konstanter Temperatur stattfindet, ist von vornherein zu vermuten. Vollends ungenau müssen aber die Bestimmungen des Moduls bei veränderter Temperatur werden, weil ja durch die Untersuchungen des Herrn Prof. F. Kohlrausch der wesentliche Einfluss der Wärme auf die Nachwirkung ausser allem Zweifel steht. Für Längsdeformationen bei Metallen, geht dies auch aus einer meiner früheren Untersuchungen[1]) hervor. Es könnten die vorliegenden Untersuchungen dienen, ein der Definition des longitudinalen Elastizitätsmoduls entsprechendes Bestimmungsverfahren desselben anzubahnen, worüber noch später Andeutungen folgen werden. Wie erwünscht aber eine Verbesserung nach dieser Richtung sein könnte, leuchtet bei der Wichtigkeit des Elastizitätsmoduls nach dem dermaligen Stande der Physik ein, wo er aufgehört hat, nur mehr rein technischen Zwecken zu dienen. Die in meiner früheren Untersuchung (1882 Heft 4 § 37) zutage getretenen Erscheinungen gaben denn auch den Anstoss zur vorliegenden Abhandlung.

---

1) A. Miller, Sitzungsberichte der math.-physikal. Klasse der k. b. Akademie der Wissenschaften. Jahrgang 1882 Heft 4 Seite 457. Ein Auszug hievon in den Beiblättern Jahrg. 1883.

NB. Künftig soll (1882 Heft 4) dieses Zitat ersetzen.

§ 4. Ist nämlich ein Draht mit einer beständigen Belastung π_1 auf das Quadratmillimeter versehen, und lässt man diese Belastung successiv noch um die Grösse π_2 wachsen, und nachdem jene die Höhe $\pi_1 + \pi_2$ erreicht, sie unverzüglich wieder auf π_1 kontinuierlich abnehmen, so zeigt der Draht vorübergehend eine kleine Verlängerung bei der Belastung π_1. War er jedoch mit der Last $\pi_1 + \pi_2$ gespannt und wird dann diese successive auf π_1 vermindert und nachher sofort wieder allmählich auf $\pi_1 + \pi_2$ erhöht, so zeigt er sich hiebei temporär kürzer als er ursprünglich bei dieser Belastung war. Diese Thatsachen beweisen doch unwiderlegbar, dass im ersten Falle eine Verminderung im zweiten eine Erhöhung des longitudinalen Elastizitätsmoduls infolge der Deformation stattgefunden haben muss. Nun zeigen aber die mit Eisen angestellten Versuche, die ich in meiner vorhin erwähnten Abhandlung (1882 Heft 4) publiziert habe, dass die Längenveränderung bei konstanter Anfangsbelastung eine Grenze erreicht, sobald man die Längsdeformationen ununterbrochen mehrmals wiederholt. Es werden die Verlängerungen und Verkürzungen alsbald gleich, der Draht tritt in einen Zustand ein, in dem er sich, solange die Deformationen ununterbrochen fortdauern, wie ein vollkommen elastischer Körper verhält.

II. Beschreibung des Apparates.

§ 5. Es ist derselbe, den ich in einer anderen Abhandlung (1882 Heft 4 § 6) genauer erklärt habe, und von dem sich dort auch eine vollständige Abbildung befindet. Der Raumersparnis halber werde ich mich also hier kurz fassen und auf eine schematische Zeichnung (Fig. 1) beschränken.

Die Vorrichtung besteht im Wesentlichen in einem ungleicharmigen Hebel DD_1 (Schnellwage), der an dem eichenen,

an beiden Enden in der starken Mauer einer Fensternische eingekeilten, Balken A, mittelst einer starken eisernen Stange AC aufgehängt ist. Es sind überhaupt alle Teile aus Eisen und im Verhältnis zu den untersuchten Drähten sehr kräftig konstruiert. Unter der Unterstützungsschneide C des Hebels ist senkrecht zu DD_1 ein Stäbchen mit einer Schraube X angebracht, um den Hebelarm DD_1 in's indifferente Gleichgewicht, das er während der Versuche stets besass, bringen zu können. Zu gleichem Zwecke dient auch das an einem Gewinde verstellbare Gegengewicht Z. Bei D befindet sich eine Schneide, an der mittelst einer eisernen Doppelstange die Klemme E aufgehängt ist. Die andere Klemme F ist in einem schweren Stein eingelassen, der auf einer sehr dicken Umfassungsmauer ohne Berührung mit dem Bodengebälk aufliegt. Wenn der Draht an den Klemmen scharf umgebogen wird, so genügt ein mittelst Schrauben hervorgebrachter schwacher Druck der Klemmbacken, der eine kaum merkbare Abplattung des Drahtes bewirkt, um letzteren festzuhalten. Q ist ein Belastungsstück — Anfangsbelastung, ständige Belastung — das während einer Versuchsgruppe beständig an einer Stelle des Hebels bleibt, indes das Belastungsstück P mittelst der Kurbel L und der Schraube K langsam und gleichmässig gehoben und gesenkt werden kann, wodurch abwechslungsweise Spannung und Abspannung des zu untersuchenden Körpers bewirkt wird. Um den Draht wenigstens während kurzer Zeiten keinen sehr erheblichen Temperaturschwankungen auszusetzen, geht er durch ein mit Baumwolle verstopftes Rohr, das selbst mit zwei Blechrohren MM, von denen das äussere in einem dicken Filzmantel eingehüllt, umgeben ist. Diese ebenerwähnte, in der Zeichnung nur in grossen Zügen angedeutete Umhüllung des Drahtes dient nämlich auch dazu, den Draht durch Einleiten von Wasserdämpfen höheren Temperaturen auszusetzen. Es sind derartige Versuche zwar viele gemacht worden, werden in

der Abhandlung jedoch nicht weiter berücksichtiget. H ist ein Thermometer mit Zehntelgradteilung zur Bestimmung der Temperatur des Drahtes. Sehr empfindliche in Zehntelgrade geteilte Thermometer sind bei U und W an den Eisenteilen so angebracht, um die Temperatur derselben anzugeben, die wegen der an den Ablesungen anzubringenden Korrekturen ermittelt werden muss. Auch die Skalen dieser Thermometer sind nach Celsius geteilt. Die Temperatur des Zimmers wurde stets gemessen. Dasselbe ist indes sehr günstig gelegen, indem es von direktem Sonnenlicht nur im Hochsommer beschienen wird; Temperaturveränderungen in demselben innerhalb kurzer Zeit rühren meist von den anwesenden Personen, Lampen etc. her. NN bedeutet eine vertikale Spiegelskala und R das Fernrohr, welches auf den Spiegel B gerichtet ist. Die Skala wird von einer Lampe beleuchtet. Fernrohr und Skala sind mittelst dreier starker eiserner Träger an einer dicken Kirchenmauer fest gemacht. Um den Moment, in welchem P frei hängt oder nur auf dem Tischchen J ruht, genau zu fixieren, ist ein elektrisches Läutwerk, in dessen Schliessungsbogen die Strecke CJ liegt, angebracht.

III. Versuchsverfahren.

§ 6. Nachdem die zu untersuchenden Drähte mit der Lupe darauf geprüft worden waren, ob sie keine Risse, Buckeln etc. haben, oder sonstwie untauglich als Versuchsobjekte seien, wurden sie zwischen die Backen der Klemmen E und F vorsichtig eingespannt, und hierauf der Hebelarm DD_1 wenigstens einige Stunden lang so belastet, dass das statische Moment dieser Belastung erheblich höher war, als die höchste Summe der statischen Momente von Q und P, die bei der Untersuchung des jeweiligen Drahtindividuums überhaupt zur Verwendung kam. Hiedurch wurde der Draht bleibend g e s t r e c k t und einer weiteren Streckung bei den

eigentlichen Versuchen vorgebeugt. Nachdem nachher der Draht mindestens einen halben Tag mit der ständigen oder Anfangsbelastung Q zum Geradehalten allein gespannt war, begannen die eigentlichen Versuche.

§. 7. Diese wurden in der Weise ausgeführt, dass zuerst die Temperaturen an den Thermometern H, W und U, sowie ab und zu die des Zimmers, dann auf der Spiegelskala abgelesen wurden. Hierauf wurde die Kurbel L durch einen Gehilfen mit thunlichst gleichmässiger Geschwindigkeit gedreht, so dass der schneidige Bügel des Gewichtes P, das anfänglich auf dem Tischchen J steht, in einer eingefeilten, scharfkantigen Furche alsbald den Hebel berührte, welcher Moment nicht nur im Fernrohr sofort sich bemerkbar machte, sondern auch durch das elektrische Läutwerk angezeigt wurde. Die Zunahme der Belastung des Hebels steigerte sich so successive von o auf P. Das Eintreten dieses Augenblickes wird wieder im Fernrohre sogleich bemerkbar, und überdies durch das Läutwerk infolge Stromunterbrechung angekündiget. Es ward nun an der Skala s o f o r t abgelesen und das Tischchen J s o g l e i c h wieder hinaufgeschraubt, bis der Bügel den Hebel nicht mehr berührt, i n w e l c h e m A u g e n b l i c k wieder auf der Skala abgelesen wird. Diese 3 Ablesungen — eine Beobachtungsreihe ν — wurden in der Regel 5 mal vorgenommen, womit eine „Versuchsgruppe N“ beendet war. Die zu den 10 Auf- und Abbewegungen des Gewichtes P nötige Zeit wird an einer stellbaren Sekundenuhr gemessen.

§ 8. Um rasch einen vollständigen Einblick in das Versuchsverfahren zu gewinnen, führe ich in Tabelle A das Versuchsergebnis einer Versuchsgruppe vollständig vor. Später jedoch sind diese Tabellen in einer noch näher zu besprechenden Weise abgekürzt.

Tabelle A.

Kupfer No. I. $d_1 = 1{,}095^m$; $d = 0{,}729^{mm}$; $q = 0{,}4179 \square^{mm}$.

N	ν	v	t_0 u. t_1	T_0 u. T_1 τ_0 u. τ_1	a_ν	b_ν	c_ν	$b_\nu - a_\nu$	$c_\nu - b_\nu$	$c_\nu - a_\nu$	π_1	π_2	k	Datum
1	1		−0,17	1,9	−4,3	133,3	−2,0	137,6	−135,3	2,3	1,248	17,430	13,96	9/12 83.
	2			1,95	−2,0	133,7	−1,7	135,7	−135,4	0,3				
	3	4,4			−1,7	133,8	−1,5	135,5	−135,3	0,2				
	4			2,2	−1,5	133,9	−1,2	135,4	−135,1	0,3				
	5		0,03	2,275	−1,2	134,0	−1,1	135,2	−135,1	0,1				

1) N ist die Nummer der „Versuchsgruppe“ eines Beobachtungs-Individuums und

2) ν die der „Beobachtungsreihe“ innerhalb der Gruppe.

3) v ist die Geschwindigkeit, mit welcher sich der Zeiger im Fernrohr über die Skala gleichförmig bewegt, angegeben in Skalenteilen.

4) t_0 und t_1 ist die Temperatur des Drahtes bezw. unmittelbar vor Beginn und nach Beendigung einer Versuchsgruppe, abgelesen am Thermometer H.

5) T_0 und T_1, sowie τ_0 und τ_1 sind die Temperaturen des Apparates unmittelbar vor und nach der Versuchsgruppe, abgelesen an den Thermometern U und W und zwar in den Horizontalreihen $\nu = 1$ und $\nu = 4$ die Angaben des Instrumentes U, in jenen $\nu = 2$ und $\nu = 5$ die von W.

6) π_1 ist die ständige Belastung — Anfangsbelastung — auf das Quadratmillimeter des Querschnittes des Drahtes in Kilogrammen.

7) π_2 die Belastungsänderung während einer Beobachtungsreihe auf dieselbe Flächeneinheit des Querschnittes, ebenfalls in kgr.

8) a_ν ist der bei der ν^{ten} Beobachtungsreihe abgelesene Teilstrich der Spiegelskala bei der Belastung (gewöhnlich π_1), welche schon vor Beginn der Versuchsgruppe gewirkt hat (Anfangsbelastung).

9) b_ν der bei der ν^{ten} Beobachtungsreihe abgelesene Skalenteil bei der um π_2 geänderten Anfangsbelastung und

10) c_ν der bei der ν^{ten} Beobachtungsreihe abgelesene Skalenteil, wenn wieder die Anfangsbelastung (gewöhnlich π_1) allein wirkt.

11) k ist das Verhältnis der Belastungsänderung zur Anfangsbelastung.

12) d_1 ist die Länge des untersuchten Drahtes von einer Klemme bis zur andern, angegeben in Metern.

13) d der Durchmesser und q der Querschnitt des Drahtes in Millimetern.

§ 9. Der Nullpunkt der Spiegelskala liegt in der durch die Fernrohrachse gelegten Horizontalebene. Ein Skalenteil $= 2^{mm}$. Die Entfernung des Spiegels B von der Skala NN ist $r_1 = 2806$ Skalenteile, $CD = r_2 = 35{,}4$ Skalenteile; $DE = d_2 = 160$ Sktl.; $AC = d_3 = 250$ Sktl. (Fig. 1).

Ist z die in Sekunden gemessene Dauer einer ganzen Versuchsgruppe, so ergibt sich als arithmetischer Mittelwert für die Geschwindigkeit des Skalenzeigers

$$v = 5 \cdot \frac{(b_1 - a_1) + (b_5 - c_5)}{z} \qquad 1)$$

Die auf H abgelesenen Temperaturen mussten wegen der Fehlerhaftigkeit des Thermometers korrigiert werden. Zu diesem Zwecke wurde dasselbe nach einem geprüften Normalinstrument geeicht. Die in den Tabellen angegebenen Temperaturen t_0 und t_1 sind die korrigierten. Die Länge d_1

wurde mittelst eines Massstabes, nachdem der Draht ausser Gebrauch gesetzt worden war, gemessen. Die Messung des d geschah mit Anwendung einer Mikrometerschraube, welche die sichere Angabe von 0,01 mm gestattete.

§. 10. Der eichene Balken, an dem der Apparat aufgehängt ist, erleidet voraussichtlich trotz seiner verhältnismässig grossen Dimensionen des Querschnittes Biegungen, wenn auch nur von geringem Betrage. Diese Durchbiegungen werden sich an der Spiegelskala bei der grossen Empfindlichkeit des Messapparates bemerkbar machen. Sie rühren teils von der ständigen Belastung (π_1), teils von der Belastungsänderung (π_2) her. Da es sich bei den hier in Betracht kommenden Versuchen nicht so fast um die Messung der elastischen Verlängerungen und Verkürzungen, als vielmehr um die genaue Kenntnis von Differenzen handelt, so kann die von der ständigen Belastung herrührende Durchbiegung, wie gross sie auch sein oder wie sie auch von einer Versuchsgruppe zur anderen mit ersterer wechseln mag, für das Endergebnis nicht von Belang sein. Sogar bei Messung der Verlängerungen wäre diese Durchbiegung ohne Einfluss. Anders könnte sich die Sache gestalten für die Durchbiegungen des Balkens, welche von der Belastungsmehrung (π_2) herrühren, wenn sie nämlich nicht wenigstens nahezu proportional den Belastungen stattfänden, was indes bei der Kleinheit derselben nicht anzunehmen ist. Es würde sich allerdings auch dann nur um kleine Fehlergrössen höherer Ordnung handeln, die als belanglos für das Beobachtungsresultat angesehen werden dürften. Sind aber die Biegungen proportional den Belastungen, so erzeugen gleiche Belastungsmehrungen bei allen Beträgen der ständigen Belastungen gleiche, kleine Fehler, so dass die Differenzen der schliesslichen Verschiebungen zweier Gruppen hiedurch nicht alteriert werden können.

Bei der Wichtigkeit der Sache in Anbetracht des Um-

standes, dass oft kleine Differenzen auftreten, habe ich die Richtigkeit dieser Ueberlegungen noch durch Versuche zu bestätigen gesucht. Zu diesem Zwecke wurden 3 Steine von je 3,85 kgr. Gewicht successive auf die Mitte des Balkens übereinander gelegt und an der Spiegelskala die Durchbiegung, welche jeder derselben hervorbrachte, abgelesen. Das Mittel aus der Zeigerverstellung beim Hinlegen und Wegnehmen betrug beim Steine 1 in Skalenteilen 0,60

„ „ 2 „ „ 0,65

„ „ 3 „ „ 0,65.

Man darf also die Durchbiegungen proportional den Belastungen annehmen. Uebrigens waren bei den wirklichen Versuchen die Biegungen sicher kleiner, als bei diesen Kontrollversuchen, weil die ständigen und Mehrbelastungen die hier gebrauchten nie erreichten und zudem der Apparat nicht in der Mitte des Balkens aufgehängt ist.

Nun wurden mit einem Messingdraht 4 Versuchsgruppen in Pausen von je 5′ nach dem in dieser Arbeit eingehaltenen Verfahren ausgeführt. Bei der ersten Gruppe war der Tragbalken unbelastet, bei den folgenden wurden successive einer, zwei, drei Steine auf denselben aufgelegt. Dabei war die ständige Belastung (π_1) des Drahtes in den vier Gruppen die gleiche, nämlich 4,5 kgr; die Mehrbelastung (π_2) betrug stets 5,825 kgr, beide auf den ganzen Querschnitt des Drahtes bezogen. Die Dehnungen λ_1 wurden, wie bei allen übrigen Versuchen, aus den beiden letzten Beobachtungsreihen jeder Gruppe nach Gleichung 5) berechnet. Das Ergebnis zeigt folgende Zusammenstellung.

	Ohne Stein.	1 Stein.	2 Steine.	3 Steine.
I.	$\lambda_1 = 80{,}62$	80,35	80,40	80,27 Sktl.

$$\text{II.} \begin{cases} \lambda_1 = 79{,}82 \\ \lambda_1 = 80{,}00 \; \ldots \; 79{,}87 \text{ Sktl.} \end{cases}$$

Die 4 Versuchsgruppen unter I wurden am 28/1 85 ausgeführt. Die Differenzen der drei letzten Werte von λ_1, bei belastetem Balken also, fallen innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler. Nur die Differenz von λ_1 der beiden ersten Gruppen, beim Uebergang vom unbelasteten zum belasteten Tragbalken also, fällt nicht mehr innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler. Da der Messingdraht neu eingespannt war, so durfte nach den vielfach gemachten Wahrnehmungen vermutet werden, dass dieser, wenn auch nicht erhebliche, doch immerhin beachtenswerte Unterschied von 0,27 Skalenteilen nicht auf Rechnung der Durchbiegung zu setzen, sondern der anfänglich stärkeren Elastizitätsänderung zuzuschreiben sei. Ich habe deshalb 2 Tage später nochmals 3 Versuchsgruppen unter sonst gleichen Umständen ausgeführt, aber die ersten 2 bei unbelastetem, die dritte bei mit 1 Steine belastetem Balken. Das Ergebnis ist unter II verzeichnet. Man sieht, dass jetzt die Differenz (0,13) beim Uebergange vom unbelasteten zum belasteten Balken wieder innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler fällt. Die kleinen Durchbiegungen des Balkens haben also keinen irgendwie merkbaren Einfluss auf die Genauigkeit der Beobachtung. Für die Zuverlässigkeit der späteren Versuchsresultate in jenen Fällen, in denen die ständige Belastung (π_1) von einer Gruppe zur anderen sich ändert, ist das Ergebnis dieser Kontrolle von grosser Wichtigkeit.

IV. Betrachtung der Tabelle A.

§ 11. Resultate, wie sie die Tabelle A darstellt, haben übereinstimmend alle untersuchten Metalle, Legierungen und organische Substanzen gegeben. Ich knüpfe deshalb meine Betrachtungen an obige Tabelle an.

Wir sehen die Differenzen $b_\nu - a_\nu$ nehmen ganz entschieden stetig ab, die Unterschiede $c_\nu - b_\nu$ nur wenig;

manchmal bleiben letztere fast konstant. Beide Werte nähern sich aber stets ein und derselben für jede Versuchsgruppe gewissen Grenze. Auch die Differenzen $c_\nu - a_\nu$ nehmen also stets ab und nähern sich der 0 jedoch so, dass die erste derselben $(c_1 - a_1)$ jedesmal ganz erheblich grösser ist, als die folgenden. Nach Beendigung der Versuchsgruppe ist der Draht bei unveränderter Anfangsbelastung π_1 um die Grösse $\sum_1^5 (c_\nu - a_\nu) = c_5 - a_1$ länger als vor derselben. Diese Verlängerung ist jedoch nur vorübergehend, indem der Draht anfangs oft rasch sich verkürzte und allmählich seiner früheren Länge zustrebte, wenn für Vermeidungen von Reckungen gesorgt worden ist. Die Verlängerung $c_5 - a_1$ bei konstanter Belastung lässt es zweifellos, dass der longitudinale Elastizitätsmodul infolge periodischer Deformationen vorübergehend abgenommen hat. Da die Verlängerungen und Verkürzungen nach der 3. Deformation als gleich angesehen werden können, so verhält sich von da an der Körper wie ein vollkommen elastischer.

§ 12. Es ist nun leicht einzusehen, weshalb die Differenz $b_1 - a_1$ erheblich alle folgenden an Grösse übertrifft. Infolge der Elastizitätsänderung hat nämlich nicht nur die Mehrbelastung π_2, sondern auch π_1 eine weitere Verlängerung hervorgebracht; der Spannung π_1 entspricht nicht mehr die anfängliche Drahtlänge. Da aber die Elastizitätsänderung mit den folgenden Deformationen kleiner, und nach und nach vermutlich nahezu oder ganz 0 wird, so werden die Verlängerungen und Verkürzungen allmählich gleich, und erst in diesem Zustande des Drahtes entspricht die Verlängerung und Verkürzung in der That dem π_2 allein.

§ 13. Es liegt nun sogleich die Frage nahe, ob nur die Verlängerungen oder auch die Verkürzungen zur Elastizitätsabnahme beitragen. Dass es die Verlängerungen thun, halte ich nach den vorliegenden Thatsachen für zweifellos.

Dagegen ist Grund vorhanden anzunehmen, dass während des Zusammenziehens eine Elastizitätserhöhung stattfindet, die allerdings geringer sein muss als die vorhergegangene Verminderung, so dass man in der wirklich beobachteten Differenz $c_\nu - a_\nu$ eine der Differenz der Elastizitätsminderung und Mehrung entsprechende Grösse zu erblicken hat, die man wohl als „Nachwirkungs-Rückstand" bezeichnen könnte. Zur Begründung dessen weise ich darauf hin, dass, wenn man einen Draht innerhalb der sog. Elastizitätsgrenze belastet und die Belastung längere Zeit wirken lässt, die Länge des Drahtes fortwährend zu, also seine elastische Kraft abnimmt, indes nach einer Entlastung das Entgegengesetzte stattfindet. Es ist doch kaum anzunehmen, diese Bewegung beginne erst nach dem Aufhören der elastischen Verschiebungen, vielmehr wahrscheinlich ist es, dass die Nachwirkungsbewegung nach dem Aufhören der Verschiebung eine Fortsetzung der während dieser eingeleiteten, neben ihr herlaufenden Bewegung ist. Es ist also $\sum_1^5 (c_\nu - a_\nu)$ als die sichtbare Resultierende aller dieser Minderungen und Mehrungen zu betrachten. Weil erstere letztere überwiegt, gelangt man zu der Annahme, es übertreffe die Wirkung der vorhergehenden Gestaltsänderung die der ihr nächstfolgenden. In der That, wenn man die Deformationen statt mit einer Erhöhung mit einer Verminderung der Belastung, also die Verschiebung mit einer Zusammenziehung des anfänglich durch $\pi_1 + \pi_2$ gespannten Drahtes beginnt, so haben die Gestaltsänderungen eine vorübergehende Erhöhung der Elastizität nach sich, der Draht ist nach dem Aufhören der Deformationen temporär verkürzt. Ich führe hier in Tabelle B eine Versuchsgruppe von mehreren vor, um die Wahrscheinlichkeit meiner Annahme zu erhärten. (Hier sind π_1 und π_2 ausnahmsweise die Belastungen auf den ganzen Querschnitt des Drahtes.)

Wir sehen, dass hier $\sum_1^7 (c_\nu - a_\nu) = c_7 - a_1 = 141{,}1 - 142{,}2 = -1{,}1$ ist.

Bei den Versuchen, welchen die Tabellen A und B angehören, sowie bei allen in dieser Abhandlung in Rede kommenden, ist darauf gesehen worden, dass wenigstens für jede Versuchsgruppe die Geschwindigkeit v als unverändert betrachtet werden kann, was sich bei einiger Uebung leicht macht. Ich habe jedoch auch Versuche mit Eisen gemacht, bei denen ich die v um den mehrfachen Betrag innerhalb einer Versuchsgruppe veränderte, sie ebenfalls bei den aufeinander folgenden Ausdehnungen und Zusammenziehungen des Drahtes sehr verschieden nahm, ohne einen Einfluss auf die Grenze von $b_\nu - a_\nu$ und $c_\nu - b_\nu$ gewahren zu können. Selbst auf $c_\nu - a_\nu$ ist ein solcher durchaus nicht sicher. Jedenfalls empfiehlt es sich aber, eine möglichst konstante Geschwindigkeit anzustreben.

Tabelle B[1]).

Eisen No. II. $d_1 = 1{,}093^m$.

N	ν	v	t_0 u. t_1	T_0 u. T_1 / τ_0 u. τ_1	a_ν	b_ν	c_ν	$b_\nu - a_\nu$	$c_\nu - b_\nu$	$c_\nu - a_\nu$	$\pi_1 + \pi_2$	π_2	k	Datum
I	1		5,4	6,2	142,2	−0,2	141,3	−142,4	141,5	−0,9				
	2			6,2	141,3	−0,1	141,2	−141,4	141,3	−0,1				
	3				141,2	−0,1	141,1	−141,3	141,2	−0,1				
	4	4,7			141,1	−0,1	141,1	−141,2	141,2	±0,0	10,637	9,594	0,90	10/2 83
	5				141,1	−0,2	141,2	−141,3	141,4	0,1				
	6			6,2	141,2	−0,1	141,1	−141,3	141,2	−0,1				
	7		5,4	6,2	141,1	−0,1	141,1	−141,2	141,2	±0,0				

1) Siehe auch § 43.

V. Korrektur der beobachteten Werte.

§ 14. Es handelt sich zunächst um die Ermittelung zweier Grössen aus den gewonnenen Beobachtungszahlen (Tab. A): nämlich um den Grenzwert der Differenzen $b_\nu - a_\nu$, $c_\nu - b_\nu$ und um den Wert $\sum_1^5 (c_\nu - a_\nu)$. Nach den vielfach gemachten Beobachtungen darf angenommen werden, dass die Abweichungen der Werte $b_4 - a_4$, $b_5 - a_5$, $c_4 - b_4$, $c_5 - b_5$ der Hauptsache nach nur mehr auf Beobachtungsfehler zurückzuführen sein werden, somit ein arithmetischer Mittelwert derselben die gesuchte Grenze bildet.

Dieser arithmetische Mittelwert würde wohl genügen, wenn während der Beobachtungen eine vollkommen konstante Temperatur angenommen werden dürfte. Dies ist jedoch nicht der Fall. Dieser Umstand wird um so schwerwiegender, als nicht blos der Draht, sondern auch die Apparatteile DE und AC ihre Länge ändern und die Beobachtung fehlerhaft beeinflussen.

§ 15. Aus obigen Gründen muss die Grösse $\sum_1^5 (c_\nu - a_\nu) = c_5 - a_1$ wegen des Temperaturunterschiedes des Drahtes $(t_1 - t_0)$, des Apparatteils DE $(T_1 - T_0)$ und des Teiles AC $(\tau_1 - \tau_0)$ vor und nach einer Versuchsgruppe korrigiert werden. Ist nämlich die während der Deformation thatsächlich entstandene E — N. in Skalenteilen l_1 und $n = n_1 - n_0$ die Anzahl Skalenteile, um welche der Zeiger im Fernrohr infolge Temperaturerhöhung verstellt worden ist, so ist:

$$l_1 + n = c_5 - a_1,$$

wobei:

$$n = n_1 - n_0 = \frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1 \alpha_1 (t_1 - t_0) + \frac{2r_1}{r_2} \cdot d_2 \alpha_2 (T_1 - T_0) + \frac{2r_1}{r_2} \cdot d_3 \alpha_3 (\tau_1 - \tau_0) \qquad 2) \text{ ist.}$$

Bezüglich der Ableitung dieser Formel verweise ich auf meine frühere Abhandlung (1882 Heft 4, § 8 und § 11), wobei jedoch das Glied: $\frac{11}{64} \cdot \frac{r_2}{r_1^3} (n_1^3 - n_0^3) = 0$ genommen ist. Hierin ist n_0 der Skalenteil, welcher den Temperaturen t_0, T_0 und τ_0, n_1 jener, der den Temperaturen t_1, T_1 und τ_1 entspricht. α_1 der linear-thermische Ausdehnungskoëffizient des Drahtes; $d_2 = DE$ und $d_3 = AC$ (Fig. 1) in Skalenteilen; endlich α_2 und α_3 die zugehörigen Ausdehnungskoëffizienten. Da der ganze Apparat von Eisen, so ist $\alpha_2 = \alpha_3 = 0{,}000012$ genommen worden. Sonach ist in Gleichung 2) für alle Versuche konstant

$$\frac{2r_1}{r_2} = 158{,}533;\ d_2\,\alpha_2 = 0{,}001920;\ d_3\,\alpha_3 = 0{,}00300\ (\S\ 9).$$

Es sind also die Konstanten des Apparates

$$\frac{2r_1}{r_2} \cdot d_2\,\alpha_2 = 158{,}533 \cdot 0{,}00192 = 0{,}3044,$$

$$\frac{2r_1}{r_2} \cdot d_3\,\alpha_3 = 158{,}533 \cdot 0{,}00300 = 0{,}4758$$

und die Gleichung 2) geht über in

$$n = n_1 - n_0 = 158{,}533 \cdot d_1\,\alpha_1\,(t_1 - t_0) + 0{,}3\,(T_1 - T_0) + 0{,}5\,(\tau_1 - \tau_0) \qquad 3)$$

Daher ist der richtig gestellte Wert von $c_5 - a_1$ nämlich

$$l_1 = (c_5 - a_1) - [158{,}533\, d_1\,\alpha_1\,(t_1 - t_0) + 0{,}3\,(T_1 - T_0) + 0{,}5\,(\tau_1 - \tau_0)], \qquad 4)$$

wo l_1 die wirklich entstandene E — N in Skalenteilen ist.

§ 16. Wie ich in einer früheren Abhandlung (Heft 4, 1882, § 21) gezeigt habe, bietet das in III beschriebene Versuchsverfahren den ausserordentlichen Vorteil, dass sich durch dasselbe der Einfluss der Temperatur auf die Dehnungen, welche durch $b_4 - a_4$, $c_4 - b_4$, $b_5 - a_5$, $c_5 - b_5$ ge-

messen werden, von selbst eliminiert. Es ist nämlich gemäss Gleichung 48) der eben zitierten Abhandlung bei 5 Be- und Entlastungen der Grenzwert

$$\lambda_1 = \frac{1}{5-3} \sum_{\nu=4}^{\nu=5} \left[b_\nu - \frac{a_\nu + c_\nu}{2} \right].$$

Und da $a_4 = c_3$, sowie $a_5 = c_4$, so ist:

$$\lambda_1 = \frac{1}{2} \left[(b_4 + b_5) - c_4 - \frac{c_3 + c_5}{2} \right] \qquad 5)$$

als mittlere Grösse der wirklichen Dehnungen und Verkürzungen bei der 4. und 5. Beobachtungsreihe jeder Versuchsgruppe N, frei von dem Einflusse der Wärme auf Draht und Apparat zu nehmen.

§ 17. Nun wäre allerdings noch auf einen Umstand Rücksicht zu nehmen, nämlich auf die Temperaturänderung des Drahtes infolge der Dilatationen selbst. Ich habe früher in zwei Arbeiten [1]) [2]) diesen Gegenstand behandelt, indem ich sowohl den gesetzmässigen Verlauf dieses Einflusses im allgemeinen und zahlenmässig für Eisen bestimmte. Dieser Einfluss kann sich für die gegebenen Verhältnisse schätzungsweise auf 0,1 Skalateil steigern. Um ihn jedoch möglichst zu verkleinern, sind die Dehnungen nicht grösser genommen worden als unbedingt nötig. Ueberdies kömmt auf diese Korrektur nicht viel an. Jedenfalls ist gewiss, dass der Aufwand von Zeit, Mühe und Raum auf sie in gar keinem Verhältnisse zum Gewinne an Exaktheit der Resultate stände.

1) A. Miller, Sitz.-Bericht d. math.-physikal. Klasse d. k. b. Akad. d. Wissenschaften 1883 Heft 1. Ein Auszug hievon auch in den Beiblättern pro 1884.

2) A. Miller, Annalen der Physik und Chemie. Jahrgang 1883 Bd. 20 (Neue Folge).

VI. Betrachtung des Vorganges bei den Deformationen.

§ 18. Der Vorgang innerhalb einer Versuchsgruppe, und diesen haben wir vorerst zu betrachten, lässt sich so auffassen, dass eine Belastung auf die Querschnittseinheit des Drahtes innerhalb einer gewissen Zeit zwischen den Grenzen π_1 und $\pi_1 + \pi_2$ sich kontinuierlich ändert, wobei noch zu berücksichtigen ist, ob bei der Veränderung von dem kleineren zum grösseren Grenzwert gegangen wird, ob somit vor der N^{ten} Versuchsgruppe die Querschnittseinheit dauernd mit π_1, wie hier gewöhnlich, oder im umgekehrten Falle mit $\pi_1 + \pi_2$ (Tab. B) belastet worden war. Ist die ununterbrochen stattgehabte successive Belastungsänderung vorbei, so hat, wie die Versuche ausnahmslos zeigen, der Draht bei der nämlichen Anfangsbelastung (π_1 oder $\pi_1 + \pi_2$) vorübergehend eine andere Länge, als vor den Längsdeformationen. Diesen temporären Längenunterschied halte ich identisch mit dem, was man als elastische Nachwirkung bezeichnet, und ich werde deshalb erstere ($c_5 - a_1$) in Zukunft auch „elastische Nachwirkung" (E — N.) nennen, indes ich die plötzlichen Längenveränderungen, wie üblich, mit dem Namen „Verschiebungen" V. ($b_\nu - a_\nu$ und $c_\nu - b_\nu$) belege.

Die Längenveränderung des Drahtes bei konstanter Spannung (π_1 oder $\pi_1 + \pi_2$) desselben nach den Deformationen muss wohl einer Veränderung der „inneren elastischen Reaktion" des deformierten Körpers, veranlasst durch die elastischen Verschiebungen, zugeschrieben werden, da die Wärme nur in ganz untergeordneter Weise (§ 16) auf die Drahtlänge einwirken wird. Die schliessliche Längenveränderung (E — N), „Nachwirkungsrückstand", entsteht immer in dem Sinne, in welchem die erste Verschiebung stattfindet. Aus einer Verlängerung (E — N) des Drahtes bei konstanter Anfangsbelastung haben wir auf eine Abnahme des E — M.

und umgekehrt zu schliessen. Die Versuche (Tab. A) zeigen, dass sich der E — M von Deformation zu Deformation, aber immer weniger ändert und nach etwa 5 Dehnungen und ebensovielen Zusammenziehungen konstant wird. Darnach müssen die Verschiebungen einer Versuchsgruppe anfänglich verschieden sein. Die erste Dehnung ist wesentlich grösser als die folgende Verkürzung. Wenn schliesslich die Verschiebungen gleich werden, so frägt es sich, wie gross die Verschiebung gewesen wäre, wenn keine Aenderung des Elastizitätsmoduls stattgefunden, wenn die Deformationen von keiner Nachwirkung begleitet gewesen wären? Oder, wie gross ist der E — M vor einer Versuchsgruppe und unmittelbar nach Vollendung derselben?

Die letzten Deformationen $b_5 - a_5$ und $c_5 - b_5$ setzen sich zusammen aus den konstanten Verschiebungen, die bei der ersten und den folgenden Deformationen sich schon gezeigt haben würden, wenn keine Aenderung des E — M infolge der ersteren eingetreten wäre und aus den Verschiebungsmehrungen, welche diese thatsächliche Verminderung des E — M zur Herstellung des Gleichgewichtes erfordert. Denn man wird sich wohl vorzustellen haben, dass wegen der Abnahme des E — M neuerdings eine Verschiebung zur Herstellung der konstanten Spannung, d. i. des Gleichgewichtes entsteht. Wenn aber die Belastung π_1 die Aenderung des E — M durch eine Verlängerung (E — N) $l_1 = c_5 - a_1$ anzeigt, die auf die Längeneinheit des Drahtes bezogen $l = \frac{l_1}{d_1}$ beträgt, so muss die durch π_2 hervorgebrachte Verschiebungsmehrung infolge Verminderung des E—M offenbar $l \frac{\pi_2}{\pi_1} = kl$ betragen. Folglich wäre die Verschiebung δ ohne Aenderung des E — M

$$\delta = \lambda - kl = \lambda - \varrho \qquad 6)$$

gewesen, wenn $\lambda = \frac{\lambda_1}{d_1}$ die auf die Längeneinheit des Drahtes bezogene Verschiebung während der 4. und 5. Beobachtungsreihe ist. Aus δ berechnet sich der E — M unmittelbar vor Beginn der Versuchsgruppe N, aus λ jener unmittelbar nach Beendigung derselben, so dass aus ϱ die Aenderung des E — M sich ergibt. Diese Aenderung ϱ, welche in einer Senkung oder Hebung des longitudinalen E — M. infolge einer Deformation unter sonst gleichen Umständen — insbesonders konstante Temperatur — bestehen kann, zu untersuchen, ist die eigentlichste Aufgabe dieser Arbeit.

§ 19. Ich habe vorstehende Darstellung vorausgeschickt, weil sie mir geeignet scheint, einen Einblick in den ganzen Vorgang bei den Gestaltsänderungen zu gewähren. Ich halte es indes für zweckmässig, den Ausdruck 6) auch mit Hilfe der präziseren mathematischen Sprache herzustellen, wobei ich mich jetzt jedoch kurz fassen kann.

Es sei:

γ der Reduktionsfaktor der Skalenablesung auf die wirkliche infolge der Belastungsänderung entstandenen Längenänderung des Drahtes;

l_0 die Verlängerung der Längeneinheit des Drahtes hervorgebracht von der Spannung π_1 in der Querschnittseinheit, nachdem vollständiges Gleichgewicht eingetreten sein wird, und

E_0 der diesem Zustande entsprechende E — M, sowie δ die Verschiebung bei diesem Zustande, hervorgebracht von der Belastung π_2, vorausgesetzt, dass eine Elastizitätsänderung während der Deformation nicht stattfände.

λ_ν sei die Verlängerung der Längeneinheit des Drahtes, erzeugt von π_2 bei der ν^{ten} Anspannung und

$'\lambda_\nu$ die Verkürzung der Längeneinheit des Drahtes, während die Belastung π_2 das ν^{te} mal auf 0 abnimmt, alles in Skalenteilen gemessen.

$\mathfrak{E}_{\nu-1}$ sei ferner der E — M unmittetbar vor der ν^{ten} Anspannung,

E_ν der E — M während oder am Ende der ν^{ten} Anspannung und

$\mathfrak{E}_\nu$ der E — M. nach der ν^{ten} Verkürzung;

e_ν endlich, die bei der ν^{ten} Dehnung und Zusammenziehung entstandene Nachwirkungsmehrung.

Die gemessenen Grössen sind in Skalenteilen in den folgenden Tabellen angegeben und beziehen sich, wie schon erwähnt, auf die Längeneinheit des Drahtes.

Dann ist:

$$E_0 = \gamma \cdot \frac{\pi_1}{l_0} \qquad 7)$$

$$E_0 = \gamma \cdot \frac{\pi_1 + \pi_2}{l_0 + \delta} \qquad 8)^{1)}$$

$$\mathfrak{E}_{\nu-1} = \gamma \cdot \frac{\pi_1}{l_0 + \sum_1^{\nu-1} e_\nu} \qquad 9)$$

$$E_\nu = \gamma \cdot \frac{\pi_1 + \pi_2}{l_0 + \sum_1^{\nu-1} e_\nu + \lambda_\nu} \qquad 10)^{1)}$$

$$\mathfrak{E}_\nu = \gamma \cdot \frac{\pi_1}{l_0 + \sum_1^{\nu-1} e_\nu + e_\nu} \qquad 11)$$

Beachtet man, dass sich aus Gleichung 7) und 8)

$$\frac{\pi_1}{l_0} = \frac{\pi_1 + \pi_2}{l_0 + \delta} \text{ also } l_0 = \delta \cdot \frac{\pi_1}{\pi_2} \text{ und somit } \gamma\pi_2 = \delta E_0$$

ergibt, und dass $e_\nu = \lambda_\nu - {}'\lambda_\nu$ ist, setzt ferner, wie schon

---

1) Die Gleichungen $E_0 = \gamma \cdot \frac{\pi_2}{\delta}$ und $E_\nu = \gamma \cdot \frac{\pi_2}{\lambda_\nu}$ würden auf das gleiche Resultat führen.

früher geschehen $\frac{\pi_2}{\pi_1} = k$, so erhält man durch zweckentsprechende Umformungen immer einen E — M durch einen anderen ausgedrückt und es entspringen folgende Relationen:

$$\mathfrak{E}_{\nu-1} = \frac{\delta}{\delta + k \cdot \sum_1^{\nu-1} e_\nu} \cdot E_0 \tag{12}$$

$$\mathfrak{E}_\nu = \frac{\delta}{\delta + k\left[\sum_1^{\nu-1} e_\nu + (\lambda_\nu - {}'\lambda_\nu)\right]} \cdot E_0 \tag{13}$$

$$E_\nu = \frac{(1+k)\,\delta}{\delta + k\left(\sum_1^{\nu-1} e_\nu + \lambda_\nu\right)} \cdot E_0 \tag{14}$$

$$\mathfrak{E}_\nu = \frac{\gamma\pi_1}{\gamma\pi_1 + (\lambda_\nu - {}'\lambda_\nu)\,\mathfrak{E}_{\nu-1}} \cdot \mathfrak{E}_{\nu-1} \tag{15}$$

$$E_\nu = \frac{(1+k)\left(\delta + k\sum_1^{\nu-1} e_\nu\right)}{\delta + k\left(\sum_1^{\nu-1} e_\nu + \lambda_\nu\right)} \cdot \mathfrak{E}_{\nu-1} \tag{16}$$

$$E_\nu = \frac{(1+k)\left\{\delta + k\left[\sum_1^{\nu-1} e_\nu + (\lambda_\nu - {}'\lambda_\nu)\right]\right\}}{\delta + k\left[\sum_1^{\nu-1} e_\nu + \lambda_\nu\right]} \cdot \mathfrak{E}_\nu \tag{17}$$

Setzt man die Deformationen so lange fort, bis $\lambda_\nu = {}'\lambda_\nu = \lambda$ angenommen werden darf, so ergibt sich aus Gleichung 17)

$$E_\nu = \frac{(1+k)\left[(\delta + k\sum_1^{\nu-1} e_\nu\right]}{\delta + k\left[\sum_1^{\nu-1} e_\nu + \lambda_\nu\right]} \,.\, \mathfrak{E}_\nu \tag{18}$$

Wenn $\lambda_\nu = {}'\lambda_\nu$ ist, so wird, wie aus Gleichung 15) hervorgeht $\mathfrak{E}_\nu = \mathfrak{E}_{\nu-1}$; und da sich die Elastizität in diesem Punkte angelangt nicht mehr ändert, so dürfen wir mindestens mit grosser Annäherung $\mathfrak{E}_\nu = \mathfrak{E}_{\nu-1} = E_\nu$ annehmen. Dies erfordert aber, dass gemäss Gleichung 16) und 18)

$$\frac{(1+k)\left(\delta + k\sum_1^{\nu-1} e_\nu\right)}{\delta + k\left(\sum_1^{\nu-1} e_\nu + \lambda_\nu\right)} = 1 \qquad 19)$$ sei,

woraus sich, wenn man für den Grenzwert des λ_ν die obengebrauchte Bezeichnung λ einführt

$$\delta = \lambda - k\sum_1^{\nu-1} e_\nu \qquad 20)$$

ergibt. Nun aber ist nach unserer früheren Bezeichnung $\sum_1^{\nu-1} e_\nu = l$, somit

$$\delta = \lambda - kl \qquad 21)$$

oder, wenn man, wie früher $kl = \varrho$ setzt

$$\delta = \lambda - \varrho \qquad 22)$$

Man sieht, dass Gleichung 21) mit Gleichung 6) ganz übereinstimmt.

VII. Versuche mit verschiedenen Substanzen.

§ 20. Versuche wurden mit Silber, Platin, Kupfer, Eisen, Blei und Zink, dann mit den Legierungen Messing und Neusilber, sowie endlich mit Fischbein und Kautschuk gemacht. Die Ergebnisse sind in den Tabellen I bis X (Seite 38) zusammengestellt. Dieselben sind den Tabellen A und B entsprechend eingerichtet, jedoch vereinfacht, um sie übersichtlicher zu gestalten und einer allzugrossen räumlichen Ausdehnung derselben möglichst Abbruch zu thun.

Die Temperaturen T_0, T_1 und τ_0, τ_1, sowie die Differenzen $b_\nu - a_\nu$, $c_\nu - b_\nu$ und $c_\nu - a_\nu$ sind weggelassen. Nur mehr a_1 ist angegeben, da $a_\nu = c_{\nu-1}$. Dagegen sind die Grössen λ, l, ϱ, δ sämmtlich in Skalentheilen angeführt. Nach den folgenden Formeln sind λ und l wegen des Einflusses der Temperatur auf die Länge des untersuchten Drahtes und der Apparatteile AC und DE korrigiert und sie, sowie ϱ und δ auf die Längeneinheit (1 m) zurückgeführt.

Wie schon erwähnt, ist λ der Grenzwert von λ_ν und $'\lambda_\nu$ berechnet aus den Ablesungen $\nu = 4$ und $\nu = 5$, somit gemäss Gleichung 5)

$$\lambda = \frac{\lambda_1}{d_1} = \frac{1}{2d_1}\left[(b_4 + b_5) - c_4 - \frac{c_3 + c_5}{2}\right] \qquad 23)$$

Ebenso wurde l mit Zuhilfenahme der Gleichung 2) berechnet; es ist

$$l = \frac{l_1}{d_1} = \frac{1}{d_1}\left\{(c_5 - a_1) - \left[158{,}533 \cdot d_1 \alpha_1 (t_1 - t_0) + 0{,}3(T_1 - T_0) + 0{,}5(\tau_1 - \tau_0)\right]\right\} \qquad 24)$$

Ferner ist $$\varrho = kl \qquad 25)$$

und endlich $$\delta = \lambda - \varrho \qquad 26)$$

Die Rubrik der Werte ϱ, welches die Veränderung der Elastizität angibt, enthält gewöhnlich innerhalb einer Versuchsgruppe N zwei Zahlen. Die obere — fett gedruckte — ist die Differenz zwischen dem δ der betreffenden Gruppe und dem λ der vorhergehenden, also ein Mass für die Grösse, um welche sich die Elastizität des Drahtes in der Zeit ϑ — angegeben in Minuten ('), Stunden (h) und Tagen (d) — von Beendigung einer Versuchsgruppe bis zum Beginne der nächsten geändert, in der Regel gehoben, hat, indes der untere Wert von ϱ die Aenderung der Elastizität während

einer Deformation angibt, die gewöhnlich in einer Senkung besteht. Am Fuss einer jeden Tabelle ist der Wert $d_1 \alpha_1$ und $\frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1 \alpha_1$ (d_1 in Skalenteilen) für die jeweilige Substanz angegeben. Dabei sind für α_1 die in dem Kohlrausch'schen Leitfaden angegebenen Mittelwerte eingeführt. Nur für Messing und Fischbein musste ich α_1 an dem untersuchten Individuum selbst bestimmen.

§ 21. Eine höchst wichtige Frage ist es, ob die sich bei jeder Versuchsgruppe neuerdings zeigenden Werte von $l_1 = c_5 - a_1$ wirklich jedesmal Nachwirkungen und nicht Streckungen sind. Es ist zwar von vorne ab keine Wahrscheinlichkeit für das Entstehen der letzteren vorhanden, da ja, wie bereits früher erwähnt, durch anfänglich dauernde Anwendung einer grossen Belastung der Draht gestreckt worden ist. Dann aber ist es gegen die Erfahrung, dass dieselbe Belastung in gleichen Zeiten nacheinander angewendet, immer wieder gleiche oder, wie hier, manchmal sogar grössere Reckungen erzeugt. Ueberdies habe ich wiederholt absichtlich Streckungen erzeugt und gefunden, dass solche auf λ gar keinen merkbaren Einfluss äussern, was sich nach den Wertheim'schen Untersuchungen auch erwarten liess. Selbst auf l_1 konnte ein solcher nicht konstatiert werden.

Vollkommene Gewissheit darüber, ob man es wirklich nur mit Nachwirkungen und nicht auch mit bleibenden Verlängerungen zu thun hat, würde man haben, sobald der Fernrohrzeiger bei vollkommen konstanter Temperatur des Drahtes und Apparates seine Stellung vor dem Versuche wieder einnehmen würde. Allein für's erste ist die Herstellung einer vollkommen konstanten Temperatur, insbesonders des Apparats, nicht möglich, und überdies geht, wie bekannt, die Nachwirkung häufig so langsam vor sich, dass schon darum von einer solchen Kontrolle abgesehen werden müsste.

Ich habe deshalb durch Rechnung zu bestimmen gesucht, wie viel Nachwirkung bei den einzelnen, sich aneinander reihenden Versuchsgruppen entstanden, und in der Zeit wieder verschwunden ist, in welcher der Fernrohrzeiger von einer Anfangsstellung einer Gruppe zu der Anfangsstellung einer späteren bei gleichem π_1 überging. Ist nämlich V die Summe aller bei den einzelnen Versuchsgruppen wirklich entstandenen Nachwirkungen, über welche sich die Kontrolle erstreckt, und F die Verstellung des Zeigers im Fernrohr infolge der Temperaturänderungen $(''t_0 - 't_0)$, $(''T_0 - 'T_0)$, $(''\tau_0 - '\tau_0)$, welche im Drahte und in den auf die Verstellung Einfluss nehmenden Apparatteilen stattgefunden, b der Abstand der Teilstriche, welche am Anfange jener zwei Versuchsgruppen, zwischen welchen die Kontrolle geübt werden will, mit dem Fernrohrzeiger zusammenfielen, und endlich x die in der Zeit von dem Beginn der ersten bis zu dem der zweiten dieser Gruppen verschwundene Nachwirkung, alles in Skalenteilen angegeben und auf die wirkliche Drahtlänge d_1 bezogen, so besteht die Gleichung:

$$V + F - b - x = 0 \qquad 27).$$

Da $$V = d_1 \Sigma l \text{ und gemäss Gleichung 2)}$$

$$F = n = \frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1 \alpha_1 (''t_0 - 't_0) + \frac{2r_1}{r_2} \cdot d_2 \alpha_2 (''T_0 - 'T_0) + \frac{2r_1}{r_2} \cdot d_3 \alpha_3 (''\tau_0 - '\tau_0) \quad \text{ist,}$$

so entsteht:

$$x = (d_1 \Sigma l - b) + \frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1 \alpha_1 (''t_0 - 't_0) + \frac{2r_1}{r_2} \cdot d_2 \alpha_2 (''T_0 - 'T_0) + \frac{2r_1}{r_2} \cdot d_3 \alpha_3 (''\tau_0 - '\tau_0) \qquad 28)$$

Ausser den am Fusse einer jeden Tabelle angegebenen Konstanten, von denen nur höchstens 2 Dezimalen zur Korrektur benützt worden sind, befindet sich dort in der Regel noch angegeben, wie viel Skalenteile x der Nachwirkung V innerhalb einer gewissen Zeit verschwunden sind. Offenbar ist, da nach Gleichung 27) $b - F = V - x$ nur $b - F$ zu berechnen, um zu erfahren, wie viel $E - N$ am Ende einer gewissen Zeit noch besteht. Den Angaben am Fusse der Tabellen sind die Versuchsgruppen N und die Beobachtungsreihen ν in denselben beigefügt, zwischen welchen die Kontrolle durchgeführt wurde.

§ 22. Anlangend die Anordnung der Versuchsgruppen, so wurde für dieselbe Substanz π_2 in der Regel beibehalten, aber entweder π_1 bei konstantem ϑ geändert, oder bei konstantem π_1 die Zeit ϑ wachsend genommen. Das Versuchslokal lag so günstig, dass in den Wintermonaten die Temperatur desselben so erhebliche Abweichungen für dieselbe Substanz nicht zeigte, um die Versuchsresultate nach den früher mit Eisen gemachten Versuchen als unvergleichbar erscheinen zu lassen.

VIII. Uebersicht der Versuchsresultate.

§ 23. Die Unterschiede der Grössen, die hier zu vergleichen sind, fallen der Natur der Sache gemäss manchmal etwas gering aus, so dass man in einzelnen Fällen, in denen kein ganz stetiger Verlauf der bestimmten Werte hervorgeht, in Rücksicht auf den ziemlich grossen Umfang des untersuchten Materials, auf die vorherrschende Neigung der Zahlen bei Bildung des Urteils angewiesen ist. Im allgemeinen treten aber gewisse Erscheinungen ganz bestimmt hervor. Ein nur flüchtiger Blick auf die Tabellen wirkte allerdings etwas entmutigend, indem ich vor ganz regellosen Zahlenhaufen zu stehen wähnte.

Tabelle I.

Untersuchte Substanz: **Silber**.

$d_1 = 1{,}099^{m}$ $q = 0{,}3197 \square^{mm}$ $d = 0{,}638^{mm}$

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
I	1		4,75	— 74,2	5,8	— 72,5	2,4633							—	
	2				6,0	— 72,2		6,4194					66,81		
	3	1,8			5,7	— 72,2			2,66			4,57			
	4				6,3	— 72,0					1,72				
	5		4,80		6,5	— 72,0				71,38					14/1 84
II	1		4,85	— 74,7	5,0	— 73,3	2,4633					— **4,22**		43^h	
	2				5,3	— 73,0		6,4194					67,16		
	3	1,6			5,8	— 73,0			2,66			4,43			
	4				5,8	— 72,8					1,67				
	5		4,90		5,9	— 72,7				71,59					16/1 84
III	1		4,95	— 73,3	6,0	— 72,7	2,4633					— **3,64**		5′	
	2				6,1	— 72,1		6,4194					67,95		
	3	1,6			6,2	— 72,0			2,66			3,45			
	4				6,4	— 71,9					1,30				
	5		5,00		6,8	— 71,7				71,40					16/1 84
IV	1		5,10	— 86,0	— 3,1	— 84,3	1,6422					— **2,77**		5′	
	2				— 3,1	— 84,2		6,4194					68,63		
	3	1,6			— 3,0	— 84,2			3,91			5,23			
	4				— 3,0	— 84,2					1,34				
	5		5,30		— 2,9	— 84,0				73,86					16/1 84

V	1		5,40	— 61,0	17,4	— 59,4	3,2844					— **7,15**		5′	
	2				17,9	— 59,0		6,4194					66,71		
	3	1,5			18,0	— 58,9			1,95			3,33			
	4				18,1	— 58,8					1,71				
	5		5,60		18,3	— 58,6				70,04					16/1 84
VI	1		5,70	— 71,0	8,8	— 70,0	2,4633					— **1,53**		5′	
	2				9,0	— 69,9		6,4194					68,51		
	3	1,6			9,0	— 69,8			2,66			3,06			
	4				9,0	— 69,7					1,15				
	5		5,85		9,0	— 69,4				71,57					16/1 84
VII	1		5,53	— 72,7	7,2	— 71,3	2,4633					— **3,89**		4h	
	2				7,3	— 72,2		6,4194					67,68		
	3	1,5			7,4	— 71,0			2,66			3,95			
	4				7,8	— 70,9					1,49				
	5		5,50		7,8	— 70,9				71,63					16/1 84
VIII	1		5,63	— 72,2	7,5	— 71,0	2,4633					— **3,62**		20h	
	2				7,8	— 71,0		6,4194					68,01		
	3	1,5			8,0	— 70,9			2,66			3,60			
	4				8,0	— 70,8					1,36				
	5		5,70		8,0	— 70,3				71,61					17/1 84
IX	1		5,70	— 72,0	8,0	— 70,8	2,4633					— **4,22**		48h	
	2				8,1	— 70,6		6,4194					67,39		
	3	1,5			8,3	— 70,2			2,66			4,04			
	4				8,4	— 70,0					1,52				
	5		5,75		8,5	— 70,0				71,43					19/1 84

$$d_1 \alpha_1 = 0{,}01044;$$

$$\frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1 \alpha_1 = 158{,}533 \cdot 0{,}01044 = 1{,}6551.$$

Für Silber ist für die Gruppe N I_1 und N IX_1 $b - F = -0{,}075$, also ist sicher alle Nachwirkung innerhalb circa 5^d verschwunden.

Tabelle IIa.

Untersuchte Substanz: **Platin No. I.** $d_1 = 1{,}091^m$ $q = 0{,}30386 \square^{mm}$ $d = 0{,}622^{mm}$

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
I	1		5,75	2,2	54,0	3,0	1,9746							—	
	2				54,0	3,0		10,8240					42,14		
	3	1,9			54,1	3,1			5,48			4,59			
	4				54,1	3,1					0,84				
	5		5,78		54,1	3,2				46,73					27/1 84
II	1		5,80	3,0	54,5	3,6	1,9746					− **2,55**		5′	
	2				54,7	3,7		10,8240					44,18		
	3	1,9			54,7	3,7			5,48			2,56			
	4				54,7	3,7					0,47				
	5		5,83		54,7	3,7				46,74					27/1 84
III	1		5,60	2,0	53,7	2,5	1,9746					− **3,55**		4^h	
	2				53,6	2,7		10,8240					43,19		
	3	1,5			53,7	2,7			5,48			3,44			
	4				53,6	2,8					0,63				
	5		5,60		53,7	2,8				46,63					27/1 84

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
IV	1		5,00	2,3	53,8	3,0	1,9746					**−2,47**		44[h]	
	2				53,8	3,0		10,8240					44,16		
	3	2,1			53,9	3,0			5,48			2,56			
	4				53,9	3,0					0,47				
	5		5,03		54,0	3,0				46,72					29/1 84

$$d_1 \alpha_1 = 0{,}004909.$$

$$\frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1 \alpha_1 = 158{,}533 \cdot 0{,}004909 = 0{,}7783.$$

Für N I_1 und N IV_1 sind von 2,11 Skalenteilen E — N deren 0,77 während circa 2^d verschwunden, also bleiben noch 1,34 Skalenteile E — N.

Tabelle IIb.

Untersuchte Substanz: **Platin No. II.**

$d_1 = 1{,}093^{m}$. $d = 0{,}678^{mm}$
$q = 0{,}36103 \square^{mm}$

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
I	1		6,98	— 12,0	29,8	— 11,9	4,1546							—	
	2				29,8	— 11,4		9,1098					36,47		
	3	1,7			29,8	— 11,3			2,19			1,11			
	4				29,8	— 11,2					0,51				
	5		7,00		29,9	— 11,2				37,58					8/2 84
II	1		7,10	— 24,0	20,7	— 23,3	2,0773					**+0,16**		5′	
	2				20,7	— 23,3		9,1098					37,74		
	3	1,8			20,7	— 23,3			4,38			2,49			
	4				20,7	— 23,2					0,57				
	5		7,15		20,8	— 23,2				40,23					8/2 84

N	ν	v	t_1 u. t_0	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
III	1		7,28	8,0	49,2	9,0	8,3092					— **4,34**		5′	
	2				49,2	9,0		9,1098		•			35,89		
	3	1,6			49,3	9,0			1,09			1,03			
	4				49,4	9,1					0,95				
	5		7,35		49,5	9,1				36,94					8/2 84
IV	1		7,60	— 11,7	29,8	— 11,4	4,1546					— **0,20**		5′	
	2				29,8	— 11,2		9,1098					36,74		
	3	1,6			29,9	— 11,2			2,19			0,93			
	4				30,0	— 11,2					0,43				
	5		7,60		30,0	— 11,1				37,67					8/2 84
V	1		7,63	8,0	48,9	8,7	8,3092					— **1,85**		5′	
	2				49,0	8,8		9,1098					35,82		
	3	1,6			49,0	8,9			1,09			0,84			
	4				49,0	8,9					0,78				
	5		7,65		49,0	9,0				36,66					8/2 84
VI[1])	1		7,73	27,3	68,3	28,3	12,4638					— **0,82**		5′	
	2				68,4	28,4		9,1098					35,84		
	3	1,6			68,4	28,4			0,73			0,75			
	4				68,5	28,5					1,04				
	5		7,80		68,5	28,6				36,59					8/2 84

1) Nach Versuch VI wurde der Draht durch eine starke Belastung gestreckt. Die Streckung gab sich durch eine Verstellung von circa 4 Teilstrichen auf der Skala zu erkennen.
Nach der vorbezeichneten Streckung wurden die Versuche andern Tags fortgesetzt.

VII	1		8,00	32,8	73,0	33,0	12,4638					**—0,15**		—	
	2				73,0	33,0		9,1098					36,44		
	3	1,7			73,0	33,0			0,73			0,07			
	4				73,0	33,1					0,09				
	5		8,03		73,0	33,1				36,51					9/2 84
VIII	1		8,85	51,4	92,0	52,1	16,6184					**—0,53**		5′	
	2				92,0	52,2		9,1098					35,98		
	3	1,7			92,0	52,3			0,55			0,34			
	4				92,0	52,3					0,63				
	5		8,10		92,0	52,3				36,32					9/2 84
IX	1		8,25	70,7	111,2	71,6	20,7730					**—0,49**		5′	
	2				111,3	71,7		9,1098					35,83		
	3	1,7			111,3	71,7			0,44			0,38			
	4				111,3	71,8					0,88				
	5		8,28		111,4	71,8				36,21					9/2 84
X	1		8,38	34,2	74,3	34,5	12,4638					**—0,14**		5′	
	2				74,3	34,5		9,1098					36,07		
	3	1,7			74,3	34,6			0,73			0,23			
	4				74,3	34,7					0,31				
	5		8,45		74,4	34,7				36,30					9/2 84
XI	1		8,58	15,2	55,4	15,4	8,3092					**+0,02**		5′	
	2				55,4	15,4		9,1098					36,32		
	3	1,7			55,4	15,4			1,09			0,30			
	4				55,5	15,5					0,28				
	5		8,65		55,6	15,7				36,62					9/2 84

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
XII	1		8,78	— 5,0	36,1	— 4,8	4,1546					+ **0,43**		5′	
	2				36,2	— 4,7		9,1098					37,05		
	3	1,6			36,2	— 4,7			2,19			0,37			
	4				36,2	— 4,7					0,17				
	5		8,83		36,2	— 4,7				37,42					9/2 84

$$d_1 \alpha_1 = 0{,}004918.$$

$$\frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1 \alpha_1 = 158{,}533 \cdot 0{,}004918 = 0{,}7797.$$

Für N I_1 und N XII_1 sind von 7,06 Skalenteilen Nachwirkung innerhalb circa 2 Tagen 2,71 Skalenteile verschwunden.

Tabelle IIIa.

Untersuchte Substanz: **Kupfer No. I.**

$d_1 = 1{,}095^{m}$ $\quad d = 0{,}729^{mm}$
$q = 0{,}4179 \square^{mm}$

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
I	1		— 0,17	— 4,3	133,3	— 2,0	1,248							21^h	
	2				133,7	— 1,7		17,430					89,65		
	3	4,4			133,8	— 1,5			13,96			33,91			
	4				133,9	— 1,2					2,43				
	5		0,03		134,0	— 1,1				123,56					9/12 83

II	1		0,03	— 3,0	134,0	— 0,9	1,248					**— 31,77**		5′	
	2				134,3	— 0,9		17,430					91,79		
	3	4,4			134,7	— 0,8			13,96			31,68			
	4				134,8	— 0,3					2,27				
	5		0,13		134,8	— 0,2				123,47					9/12 83
III	1		0,23	— 2,6	135,0	— 0,7	1,248					**— 31,34**		15′	
	2				135,0	0,0		17,430					92,13		
	3	4,5			135,1	0,0			13,96			31,40			
	4				135,2	0,1					2,25				
	5		0,43		135,7	0,4				123,53					9/12 83
IV	1		0,86	— 2,2	135,0	0,0	1,248					**— 35,99**		30′	
	2				135,2	0,3		17,430					87,54		
	3	4,9			135,7	0,2			13,96			36,15			
	4				135,9	0,5					2,59				
	5		0,91		136,0	0,8				123,69					9/12 83
V	1		0,86	— 3,0	134,1	— 0,8	1,248					**— 39,56**		1h	
	2				134,9	— 0,1		17,430					84,14		
	3	4,9			135,0	— 0,1			13,96			39,22			
	4				135,0	0,0					2,81				
	5		0,81		135,1	0,0				123,36					9/12 83
VI	1		0,68	— 3,8	133,9	— 1,0	1,248					**— 44,47**		2h	
	2				134,3	— 0,9		17,430					78,89		
	3	4,6			134,4	— 0,7			13,96			44,67			
	4				134,7	— 0,6					3,20				
	5		0,63		134,8	— 0,3				123,56					9/12 83

N	ν	r	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	x	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
VII	1		0,13	— 4,5	133,0	— 2,0	1,248					**— 42,18**		3h	
	2				133,6	— 1,4		17,430					81,38		
	3	4,6			133,8	— 1,1			13,96			42,02			
	4				133,9	— 1,3					3,01				
	5		0,06		134,0	— 1,0				123,40					9/12 83
VIII	1		— 0,20	— 4,8	133,0	— 1,9	1,248					**— 46,58**		17	
	2				133,7	— 1,6		17,430					76,82		
	3	4,9			133,8	— 1,2			13,96			46,47			
	4				133,8	— 1,1					3,33				
	5		— 0,15		134,0	— 1,0				123,29					10/12 83
IX	1		2,51	— 1,2	137,0	2,0	1,248					**— 51,07**		52h	
	2				137,8	2,3		17,430					72,22		
	3	5,0			138,0	2,7			13,96			51,50			
	4				138,1	2,9					3,69				
	5		2,51		138,6	3,0				123,72					12/12 83

$$d_1 \alpha_1 = 0,00958.$$

$$\frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1 \alpha_1 = 158,533 \cdot 0,00958 = 1,5189.$$

Für N I_1 und N IX_1 sind innerhalb circa 3 Tagen 26,0 Skalenteile Nachwirkung verschwunden, indes nur 23,96 Skalenteile erzeugt worden sind. Es ist also anzunehmen, dass schon vor Beginn der Versuche vorhandene Nachwirkung mit verschwunden ist. In der That hat sich auch die Elastizität über die anfängliche, wie die Werte δ zeigen, gehoben, was darauf hindeutet, dass mit dem Verschwinden von Nachwirkung die Elastizität

sich erhöht, wie sie sich in Folge Entstehens derselben erniedriget. Zu bemerken ist noch, dass sich gerade beim Kupfer das Verschwinden der Nachwirkung nach Beendigung jeder Versuchsgruppe augenblicklich sichtbar machte, welche Eigenschaft das Kupfer zu Beobachtungen über Nachwirkung sehr geeignet erscheinen lässt.

Tabelle III b.

Untersuchte Substanz: **Kupfer No. II.** $d_1 = 1{,}091^m$ $d = 0{,}686^{mm}$ $q = 0{,}3696 \square^{mm}$

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
I	1		7,58	—18,2	69,8	—14,2	10,146							—	
	2				70,0	—14,0		12,467					71,63		
	3	4,1			70,3	—13,8			1,23			5,36			
	4				70,6	—13,5					4,36				
	5		7,60		70,8	—13,2				76,99					6/3 84
II	1		7,68	—29,7	55,9	—28,1	8,117					**—2,30**		5′	
	2				56,1	—28,0		12,467					74,69		
	3	3,9			56,2	—27,9			1,54			2,53			
	4				56,3	—27,8					1,65				
	5		7,73		56,4	—27,7				77,22					6/3 84
III	1		7,78	—61,1	25,0	—59,9	4,059					**—3,72**		5′	
	2				25,0	—59,7		12,467					73,50		
	3	3,8			25,1	—59,6			3,08			4,07			
	4				25,2	—59,4					1,32				
	5		7,90		25,2	—59,3				77,57					6/3 84

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
IV	1		7,95	— 33,7	56,0	— 29,3	8,117					**— 6,80**		5′	
	2				56,1	— 29,0		12,467					70,77		
	3	4,0			56,2	— 28,9			1,54			7,46			
	4				56,6	— 28,8					4,85				
	5		8,00		56,7	— 28,3				78,23[1])					6/3 84
V	1		8,10	— 30,0	56,7	— 28,5	8,117					**— 4,08**		10′	
	2				56,0	— 28,2		12,467					74,15		
	3	3,8			56,0	— 28,1			1,54			2,96			
	4				56,1	— 28,0					1,93				
	5		8,13		56,2	— 27,8				77,11					6/3 84
VI	1		6,45	— 34,5	51,8	— 32,1	8,117					**— 4,61**		12^h	
	2				52,1	— 31,8		12,467					72,50		
	3	2,9			52,5	— 31,6			1,54			4,65			
	4				52,8	— 31,3					3,02				
	5		6,45		52,9	— 31,1				77,15					7/3 84
VII	1		7,00	— 32,9	53,1	— 30,7	8,117					**— 4,56**		28^h	
	2				53,7	— 30,1		12,467					72,59		
	3	4,2			53,9	— 30,0			1,54			4,31			
	4				54,0	— 29,9					2,80				
	5		7,00		54,0	— 29,8				76,90					8/3 84

1) Diesem abweichenden Ergebnis ist kein hoher Wert beizulegen, da während des Versuches eine Erschütterung des Apparates stattfand; es ist jedoch wichtig für die Beurteilung der folgenden Resultate.

$d_1 \alpha_1 = 0{,}007583. \qquad \frac{2 r_1}{r_2} \cdot d_1 \alpha_1 = 158{,}533 \cdot 0{,}007583 = 1{,}5135.$

Für N II_1 und Gruppe N VII_1 ist $b - F = -2{,}1$ Skalenteile. Es ist somit innerhalb 2 Tagen nicht nur alle in den Versuchsgruppen N II bis N VI inclusive entstandene E — N verschwunden, sondern auch noch ein Teil jener, die bereits bei der N I entstanden war. In der That liegt auch hier der Wert von δ in N VII zwischen jenen in N I und N II.

Untersuchte Substanz: **Eisen No. II.**

Tabelle IVa.

$d_1 = 1{,}093^{m}$ $\quad$ $d = 0{,}585^{mm}$
$q = 0{,}2693 \square^{mm}$

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
I	1		1,3	−25,7	119,0	−23,7	2,103							26^d	
	2				119,5	−23,3		35,657					96,01		
	3	5,1			119,8	−23,1			16,95			34,91			
	4				120,0	−23,1					2,06				
	5		1,4		120,0	−23,1				130,92					29/3 83
II	1		2,4	−23,7	120,9	−22,2	2,103					**−21,25**		8^h	
	2				121,0	−22,1		35,657					109,67		
	3	5,1			121,1	−22,0			16,95			21,35			
	4				121,2	−22,0					1,26				
	5		2,4		121,2	−22,0				131,02					29/3 83
III	1		2,9	−22,5	122,1	−21,0	2,103					**−25,00**		23^h	
	2				122,3	−21,0		35,657					106,02		
	3	5,1			122,4	−20,9			16,95			24,74			
	4				122,5	−20,9					1,46				
	5		2,9		122,6	−20,8				130,76					30/3 83

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
IV	1		3,2	3,1	146,7	5,2	7,913					**— 11,49**		30′	
	2				147,1	5,7		35,657					119,27		
	3	4,8			147,1	5,8			4,50			10,03			
	4				147,2	5,8					2,23				
	5		3,3		147,1	5,8				129,30					30/3 83
V	1		3,4	5,0	147,1	6,0	7,913					**— 3,62**		45′	
	2				147,4	6,0		35,657					125,68		
	3	5,1			147,3	6,0			4,50			3,69			
	4				147,4	6,0					0,82				
	5		3,4		147,4	6,0				129,37					30/3 83
VI	1		6,0	— 17,0	128,4	— 15,9	2,103					**— 21,40**		22^h	
	2				128,4	— 15,7		35,657					107,97		
	3	5,7			128,3	— 15,6			16,95			23,55			
	4				128,3	— 15,4					1,39				
	5		6,0		128,3	— 15,4				131,52					31/3 83
VII	1		6,3	7,8	151,6	10,0	7,913					**— 12,70**		1^h	
	2				151,9	10,1		35,657					118,82		
	3	5,1			151,8	10,2			4,50			10,80			
	4				152,0	10,3					**2,40**				
	5		6,3		152,0	10,5				129,62					31/3 83

VIII	1		7,2	— 14,8	131,0	— 13,9	2,103					**— 6,86**		10^d	
	2				131,0	— 13,9		35,657					122,76		
	3	5,4			131,0	— 13,8			16,95			9,65			
	4				131,0	— 13,7					0,57				
	5		7,2		131,0	— 13,7				132,41					10/4 83
IX	1		8,7	11,8	156,0	13,3	7,913					**—10,21**		4^d	
	2				156,2	14,0		35,657					122,20		
	3	5,3			156,2	13,9			4,50			8,06			
	4				156,3	14,0					1,79				
	5		8,7		156,4	14,0				130,26					14/4 83
X	1		9,1	11,5	155,1	12,5	7,913					**— 5,96**		22^h	
	2				155,2	12,8		35,657					124,30		
	3	5,1			155,1	12,8			4,50			5,85			
	4				155,2	13,0					1,30				
	5		9,1		155,2	13,0				130,15					15/4 83
XI	1		9,1	12,2	155,5	13,0	7,913					**—3,51**		5′	
	2				155,7	13,1		35,657					126,64		
	3	4,8			155,8	13,2			4,50			3,78			
	4				155,7	13,2					0,84				
	5		9,1		155,8	13,2				130,42					15/4 83
XII	1		9,1	— 12,9	132,5	— 12,0	2,103					**— 11,35**		10′	
	2				132,3	— 12,0		35,657					119,07		
	3	4,8			132,4	— 11,9			16,95			13,04			
	4				132,6	— 11,9					0,77				
	5		9,1		132,4	— 11,9				132,11					15/4 83

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
XIII[1])	1		13,1	−10,0	136,0	−8,7	2,103					**−22,55**		26^d	
	2				136,1	−8,4		35,657					109,56		
	3	3,5			136,1	−8,4			16,95			22,71			
	4				136,2	−8,3					1,34				
	5		13,1		136,3	−8,3				132,27					12/5 83
XIV[1])	1		17,6	1,1	148,8	2,8	2,103					**−28,16**		36^d	
	2				148,9	2,9		35,657					104,11		
	3	3,6			149,0	2,9			16,95			29,49			
	4				149,0	3,0					1,74				
	5		17,6		149,0	3,0				133,60					17/6 83

$$d_1 \alpha_1 = 0{,}006558.$$

$$\frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1 \alpha_1 = 1{,}0396.$$

Es ist für die Stellungen N. I_1 und N. XIV_1 die verschwundene Nachwirkung

$$x = 19{,}92 + 29{,}22 - 26{,}8 = 22{,}34$$

indes 19,92 Skalenteile entstanden sind: es ist somit alle während der einzelnen Versuche entstandene Nachwirkung wieder verschwunden.

1) Die Temperaturänderung von N XIII auf N XIV ist ziemlich erheblich.

Tabelle IV b.

Untersuchte Substanz: **Eisen No. III.**

$d_1 = 1{,}091^{m}$ $d = 0{,}625^{mm}$
$q = 0{,}3068 \square^{mm}$

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
I	1		5,58	— 55,2	22,9	— 54,9	4,8892							—	
	2				23,0	— 54,8		16,6110					70,28		
	3	3,5			23,1	— 54,7			3,40			1,12			
	4				23,2	— 54,7					0,33				
	5		5,58		23,2	— 54,7				71,40					27/2 84
II	1		5,58	— 31,9	46,2	— 31,0	9,7784					**— 2,29**		5′	
	2				46,4	— 30,9		16,6110					69,11		
	3	3,4			46,4	— 30,8			1,70			1,67			
	4				46,4	— 30,8					0,98				
	5		5,58		46,5	— 30,7				70,78					27/2 84
III	1		5,60	— 8,0	69,9	— 7,0	14,6676					**— 1,42**		5′	
	2				70,0	— 7,0		16,6110					69,36		
	3	3,4			70,0	— 6,9			1,13			1,06			
	4				70,0	— 6,8					0,94				
	5		5,65		70,0	— 6,8				70,42					27/2 84
IV	1		5,70	15,7	93,4	16,9	19,5568					**— 1,15**		5′	
	2				93,7	17,0		16,6110					69,27		
	3	3,4			93,8	17,1			0,85			1,01			
	4				93,8	17,1					1,19				
	5		5,80		93,8	17,2				70,28					27/2 84

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
V	1		5,90	— 29,8	48,0	— 29,2	9,7784					**— 0,66**		5′	
	2				48,1	— 29,1		16,6110					69,62		
	3	3,5			48,0	— 29,1			1,70			0,92			
	4				48,0	— 29,1					0,54				
	5		5,95		48,0	— 29,1				70,54					27/2 84
VI	1		6,08	16,4	94,2	17,8	19,5568					**— 1,51**		5′	
	2				94,4	17,9		16,6110					69,03		
	3	3,5			94,4	18,0			0,85			1,13			
	4				94,5	18,0					1,34				
	5		6,13		94,6	18,0				70,16					27/2 84
VII	1		6,28	17,7	94,8	18,1	19,5568					**— 0,23**		5′	
	2				94,8	18,1		16,6110					69,93		
	3	3,3			94,9	18,2			0,85			0,37			
	4				95,0	18,3					0,44				
	5		6,30		95,0	18,4				70,30					27/2 84
VIII	1		5,70	17,8	94,3	18,3	19,5568					**— 0,85**		18^h	
	2				94,8	18,4		16,6110					69,45		
	3	3,4			94,9	18,4			0,85			0,55			
	4				94,9	18,6					0,65				
	5		5,73		94,9	18,7				70,00					28/2 84
IX	1		5,53	18,0	94,1	18,8	19,5568					**— 1,14**		48^h	
	2				94,7	18,9		16,6110					68,86		
	3	3,1			94,7	18,9			0,85			0,59			
	4				94,7	19,0					0,70				
	5		5,56		94,8	19,0				69,45					1/3 84

$$d_1 \alpha_1 = 0{,}006546.$$

$$\frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1 \alpha_1 = 158{,}533 \cdot 0{,}006546 = 1{,}0377.$$

Für N. IV_1 und N. IX_1 sind von 4,31 Skalenteilen Nachwirkung innerhalb circa 2^d, da 2,10 Skalenteile noch bestehen, 2,21 Skalenteile verschwunden.

Tabelle V.

Untersuchte Substanz: **Blei.** $d_1 = 1{,}095^m$ $q = 1{,}6879 \,\square^{mm}$ $d = 1{,}466^{mm}$

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
I	1		5,00	46,9	64,7	48,0	0,0889						14,18	—	
	2				64,7	48,0		0,3284				6,18			
	3	1,3			64,8	48,3			3,69		1,68				
	4				65,0	48,5				20,36					
	5		5,10		65,0	48,6									29/12 83
II	1		3,70	44,0	68,9	46,3	0,0889					— **14,78**		20^h	
	2				69,1	46,8		0,4423					5,58		
	3	1,3			69,2	47,0			4,98			14,99			
	4				69,6	47,1					3,01				
	5		3,70		69,7	47,3				20,57					30/12 83
III	1		3,70	46,7	69,7	47,2	0,0889					— **5,14**		5′	
	2				69,9	47,5		0,4423					15,43		
	3	1,4			70,0	47,7			4,98			4,82			
	4				70,0	47,9					0,97				
	5		3,70		70,1	48,0				20,25					30/12 83

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
IV	1		3,85	46,8	70,0	47,7	0,0889					— **8,07**		3h	
	2				70,1	48,0		0,4423					12,18		
	3	1,3			70,5	48,2			4,98			8,25			
	4				70,7	48,3					1,66				
	5		3,85		70,8	48,7				20,43					30/12 83
V	1		2,73	45,3	69,0	46,9	0,0889					— **10,17**		20h	
	2				69,2	47,0		0,4423					10,26		
	3	1,4			69,4	47,2			4,98			10,65			
	4				69,8	47,3					2,14				
	5		2,73		69,9	47,8				20,91					31/12 83
VI	1		2,73	47,0	70,0	47,8	0,0889					— **4,35**		5'	
	2				70,1	48,0		0,4423					16,56		
	3	1,8			70,3	48,0			4,98			3,92			
	4				70,5	48,2					0,79				
	5		2,81		70,7	48,3				20,48					31/12 83
VII	1		2,81	52,3	79,1	57,1	0,1778					— **16,91**		5'	
	2				80,6	58,4		0,4423					3,57		
	3	1,5			81,2	59,2			2,49			16,75			
	4				81,9	59,9					6,73				
	5		2,88		82,1	60,0				20,32					31/12 83

$$d_1\,\alpha_1 = 0{,}01560$$

$$\frac{2r_1}{r_2}\cdot d_1\,\alpha_1 = 158{,}533\cdot 0{,}01560 = 2{,}4736.$$

Für I_1 und VI_1 ist: $x = 3{,}03$. Also sind von 9,85 Skalenteilen Nachwirkung 3,03 Skalenteile innerhalb circa 43^h verschwunden und 6,82 Skalenteile bestehen noch.

Tabelle VI.

Untersuchte Substanz: **Zink**.

$d_1 = 1{,}095^{m}$ $d = 1{,}241^{mm}$
$q = 1{,}2096 \square^{mm}$

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
I	1		5,23	0,3	29,0	2,9	0,4340							—	
	2				29,2	3,8		2,5590					0,38		
	3	1,4			29,9	4,0			5,89			23,20			
	4				30,1	4,3					3,94				
	5		5,30		30,3	4,9				23,58					6/1 84
II	1		5.40	2,7	30,3	4,4	0,4340					**—16,89**		5′	
	2				30,9	5,0		2,5590					6,69		
	3	1,4			31,0	5,3			5,89			16,89			
	4				31,4	5,5					2,87				
	5		5,43		31,4	6,0				23,58					6/1 84
III	1		5,55	1,7	29,3	3,4	0,4340					**—16,64**		2^h	
	2				30,0	4,0		2,5590					6,94		
	3	1,4			30,1	4,2			5,89			16,78			
	4				30,3	4,7					2,85				
	5		5,55		30,9	4,9				23,72					6/1 84
IV	1		5,58	2,8	30,0	4,0	0,4340					**—16,05**		27^h	
	2				30,6	5,0		2,5590					7,65		
	3	1,3			31,0	5,2			5,89			16,19			
	4				31,7	5,8					2,75				
	5		5,60		32,0	6,2				23,84					7/1 84

$$d_1 \alpha_1 = 0{,}01587.$$

$$\frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1 \alpha_1 = 158{,}533 \cdot 0{,}01587 = 2{,}5170.$$

Für N I_1 und N IV_1 ist $b - F = 1{,}5$, also sind von 10,57 Skalenteilen Nachwirkung 9,07 Skalenteile innerhalb circa 30^h wieder verschwunden.

Tabelle VII.

Untersuchte Substanz: **Messing.** $d_1 = 1{,}092^m$ $q = 0{,}6461 \square^{mm}$ $d = 0{,}907^{mm}$

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
I	1		4,70	−50,0	27,0	−49,2	2,3216							—	
	2				27,0	−49,1		9,0153					66,57		
	3	2,6			27,0	−49,1			3,88			3,10			
	4				27,0	−49,0					0,80				
	5		4,70		27,1	−49,0				69,67					18/2 84
II	1		4,70	−29,1	47,0	−28,0	4,6431					−2,83		5′	
	2				47,1	−28,0		9,0153					66,84		
	3	2,6			47,2	−28,0			1,94			2,02			
	4				47,3	−27,9					1,04				
	5		4,75		47,3	−27,8				68,86					18/2 84
III	1		4,80	−8,6	67,4	−7,3	6,9647					−1,92		5′	
	2				67,8	−7,2		9,0153					66,94		
	3	2,6			67,8	−7,1			1,29			1,65			
	4				67,8	−7,1					1,29				
	5		4,81		67,8	−7,1				68,59					18/2 84

IV	1		4,98	12,1	88,3	13,3	9,2862					**—1,16**		5′	
	2				88,3	13,7		9,0153					67,43		
	3	2,6			88,4	13,7			0,97			1,18			
	4				88,7	13,8					1,23				
	5		5,10		88,7	13,8				68,61					18/2 84
V	1		5,28	32,8	109,1	34,1	11,6078					**—0,51**		5′	
	2				109,1	34,3		9,0153					67,10		
	3	2,5			109,2	34,4			0,78			1,26			
	4				109,2	34,7					1,61				
	5		5,40		109,4	34,8				68,36					18/2 84
VI	1		5,50	14,3	89,9	15,0	9,2862					**—0,11**		5′	
	2				89,9	15,0		9,0153					68,25		
	3	2,4			89,9	15,0			0,97			0,43			
	4				90,0	15,0					0,45				
	5		5,60		90,0	15,0				68,68					18/2 84
VII	1		5,73	— 5,2	70,0	— 5,0	6,9647					**—0,54**		5′	
	2				70,0	— 4,9		9,0153					68,14		
	3	2,5			70,1	— 4,8			1,29			0,45			
	4				70,1	— 4,8					0,35				
	5		5,73		70,1	— 4,8				68,59					18/2 84
VIII	1		5,76	— 25,1	50,5	— 24,9	4,6431					**+0,02**		5′	
	2				50,5	— 24,9		9,0153					68,61		
	3	2,5			50,6	— 24,8			1,94			0,45			
	4				50,7	— 24,7					0,23				
	5		5,83		50.7	— 24,7				69,06					18/2 84

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
IX	1		5,85	— 46,0	30,7	— 45,7	2,3216					**— 1,40**		5′	
	2				30,8	— 45,5		9,0153					67,66		
	3	2,6			30,9	— 45,3			3,88			2,17			
	4				30,9	— 45,3					0,56				
	5		5,90		31,0	— 45,3				69,83					18/2 84
X	1		4,90	— 7,2	68,3	— 6,4	6,9647					**— 2,41**		?	
	2				68,4	— 6,2		9,0153					67,42		
	3	2,8			68,5	— 6,2			1,29			1,05			
	4				68,6	— 6,1					0,82				
	5		4,93		68,7	— 6,1				68,47					19/2 84
XI	1		4,93	— 6,3	68,9	— 6,0	6,9647					**— 0,14**		5′	
	2				68,9	— 5,9		9,0153					68,33		
	3	2,8			69,0	— 5,9			1,29			0,26			
	4				69,0	— 5,9					0,20				
	5		4,98		69,0	— 5,9				68,59					19/2 84
XII	1		5,20	— 7,0	68,5	— 6,2	6,9647					**— 1,04**		4^h	
	2				68,6	— 6,2		9,0153					67,55		
	3	2,7			68,7	— 6,1			1,29			0,94			
	4				68,7	— 6,1					0,73				
	5		5,20		68,7	— 6,1				68,49					19/2 84
XIII	1		6,10	— 5,0	70,7	— 4,2	6,9647					**— 0,84**		18^h	
	2				70,7	— 4,1		9,0153					67,65		
	3	3,1			70,7	— 4,1			1,29			0,84			
	4				70,7	— 4,1					0,66				
	5		6,13		70,7	— 4,1				68,49					20/2 84

$$d_1 \alpha_1 = 0{,}01037$$

$$\frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1 \alpha_1 = 158{,}583 \cdot 0{,}01037 = 1{,}6446.$$

Für N III_1 und XIII_1 ist innerhalb circa 2 Tagen von der entstandenen Nachwirkung im Betrage von 8,15 Skalenteilen wieder der Betrag von 8,1 Skalenteil verschwunden.

Tabelle VIII.

Untersuchte Substanz: **Neusilber.**

$d_1 = 1{,}094$ m $d = 0{,}967$ mm
$q = 0{,}7344$ □mm

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
I	1		7,76	— 20,9	8,2	— 20,0	5,7187							—	
	2				8,8	— 19,9		4,4783					25,33		
	3	1,5			8,8	— 19,8			0,78			0,74			
	4				8,8	— 19,7					0,96				
	5		7,76		8,8	— 19,7				26,07					30/1 84
II	1		7,76	— 10,0	19,0	— 8,8	7,1484					— 1,83		5′	
	2				19,2	— 8,6		4,4783					24,24		
	3	1,6			19,3	— 8,3			0,62			1,06			
	4				19,4	— 8,1					1,71				
	5		7,79		19,7	— 8,0				25,30					30/1 84
III	1		7,87	— 28,7	0,9	— 28,0	4,2890					+ 0,06		5′	
	2				1,0	— 27,9		4,4783					25,36		
	3	1,6			1,0	— 27,9			1,04			0,99			
	4				1,0	— 27,8					0,71				
	5		7,90		1,0	— 27,8				26,35					27/1 84

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
IV	1		8,00	— 18,8	10,9	— 17,2	5,7187					— 1,89		5′	
	2				10,9	— 17,0		4,4783					24,46		
	3	1,6			11,0	— 17,0			0,78			1,41			
	4				11,6	— 16,9					1,81				
	5		8,00		11,2	— 16,8				25,87					30/1 84
V	1		8,10	— 17,0	12,0	— 15,9	5,7187					— 1,09		5′	
	2				12,0	— 15,8		4,4783					24,78		
	3	1,5			12,2	— 15,7			0,78			0,79			
	4				12,3	— 15,7					1,01				
	5		8,18		12,3	— 15,6				25,57					30/1 84
VI	1		8,70	— 15,8	13,0	— 14,9	5,7187					— 0,85		1h	
	2				13,1	— 14,8		4,4783					24,72		
	3	1,6			13,1	— 14,7			0,78			0,71			
	4				13,1	— 14,7					0,91				
	5		8,73		13,2	— 14,6				25,43					30/1 84
VII	1		8,00	— 16,5	11,9	— 15,9	5,7187					— 0,47		20h	
	2				11,9	— 15,9		4,4783					24,86		
	3	1,6			12,0	— 15,7			0,78			0,48			
	4				12,0	— 15,7					0,61				
	5		8,03		12,1	— 15,6				25,34					30/1 84

$$d_1 \alpha_1 = 0{,}00952.$$

$$\frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1 \alpha_1 = 158{,}533 \cdot 0{,}00952 = 1.5096.$$

NB. $\alpha_1 = 0{,}0000174$ wurde durch einen besonderen Versuch an dem untersuchten Drahtindividuum bestimmt.

Für N I_1 und N VII_1 ist von einer Nachwirkung von 7,78 Skalenteilen solche im Betrage von 3,92 Skalenteilen innerhalb etwa 1 Tages wieder verschwunden.

Tabelle IX.

Untersuchte Substanz: **Fischbein.**

$d_1 = 1{,}099^{m}$ $q = 7{,}6698 \square^{mm}$ $d = 3{,}125^{mm}$

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
I[1])	1		12,03	—12,6	47,1	—10,2	0,0978	0,1200	1,23	52,52	3,03	3,73	48,79	—	19/3 84
	2				47,9	—10,0									
	3	3,5			48,1	— 9,4									
	4				48,1	— 9,1									
	5		12,06		48,1	— 9,0									
II	1		12,13	11,3	70,1	13,7	0,1956	0,1200	0,62	52,20	3,38	**—2,42**	50,10	7′	19/3 84
	2				71,0	14,1						2,10			
	3	3,2			71,3	14,7									
	4				71,8	15,0									
	5		12,16		72,0	15,3									
III	1		12,23	57,0	115,4	60,0	0,3911	0,1200	0,31	51,54	3,64	**—1,79**	50,41	7′	19/3 84
	2				116,0	60,1						1,13			
	3	3,2			116,8	60,8									
	4				117,0	61,0									
	5		12,33		117,5	61,5									

1) Das Stäbchen wurde vorher stark gestreckt.

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
IV	1		12,43	103,6	162,0	106,3	0,5867					**— 0,86**		7′	
	2				163,0	107,2		0,1200					50,68		
	3	3,1			163,7	107,8			0,21			0,88			
	4				164,0	108,1					4,21				
	5		12,55		164,9	109,0				51,56					19/3 84
V	1		12,71	66,1	124,3	68,0	0,3911					**—0,40**		7′	
	2				125,0	68,4		0,1200					51,16		
	3	3,0			125,3	68,9			0,31			0,83			
	4				125,8	69,1					2,66				
	5		12,83		126,0	69,8				51,99					19/3 84
VI	1		13,76	79,0	138,0	81,0	0,3911					**+ 0,16**		?	
	2				138,8	81,7		0,1200					52,15		
	3	3,1			139,3	82,0			0,31			0,95			
	4				139,8	82,0					3,06				
	5		13,70		140,0	82,1				53,10					19/3 84
VII	1		13,70	80,3	139,1	82,1	0,3911					**— 1,41**		6′	
	2				139,9	82,4		0,1200					51,69		
	3	3,1			140,1	83,0			0,31			1,02			
	4				140,8	83,4					3,31				
	5		13,66		140,9	83,8				52,71					19/3 84
VIII	1		12,23	202,4	162,0	104,7	0,3911					**— 1,23**		19h	
	2				162,7	105,2		0,1200					51,48		
	3	3,0			163,0	105,8			0,31			1,02			
	4				163,1	106,0					3,31				
	5		12,23		163,8	106,1				52,50					20/3 84

$$d_1 \alpha_1 = 0{,}02725$$

$$\frac{2r_1}{r_2} \cdot d_1 \alpha_1 = 158{,}533 \cdot 0{,}02725 = 4{,}320.$$

NB. $\alpha_1 = 0{,}00005$ wurde mittels eines besonderen Versuches bestimmt.

Tabelle X.

Untersuchte Substanz: **Kautschuk**[1]).

$d_1 = 1{,}083^{m}$ $\quad d = 7{,}80^{mm}$
$q = 47{,}7820 \square^{mm}$

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
I	1		11,03	17	294	150	3,1392							—	
	2				304	162		0,6812					100,5		
	3	3,1			310	168			0,22			31,5			
	4				313	172					143,0				
	5		11,03		316	174				132,0					14/3 84
II	1		11,06	163	317	175	3,1392					— 6,7		6′	
	2				318	177		0,6812					125,3		
	3	2,8			319	179			0,22			3,7			
	4				319	179					16,6				
	5		11,11		320	181				129,0					14/3 84
III	1		11,18	170	319	178	3,1392					— 0,4		15′	
	2				322	180		0,6812					128,6		
	3	2,8			324	183			0,22			3,0			
	4				326	183					13,8				
	5		11,26		326	185				131,6					14/3 84

1) Eine Streckung fand vorher nicht statt. Die Korrektion hinsichtlich der Temperatur wurde nicht vorgenommen.

N	ν	v	t_0 u. t_1	a_ν	b_ν	c_ν	π_1	π_2	$\varkappa$	λ	l	ϱ	δ	ϑ	Datum
IV	1		11,41	145	352	194	3,1392					+ **2,5**		22h	
	2				357	199		0,6812					134,1		
	3	3,6			358	201			0,22			11,5			
	4				359	202					52,7				
	5		11,41		360	202				145,6					15/3 84
V	1		11,43	365	547	376	3,4531[2])					+ **8,7**		5′	
	2				547	377		0,6812					154,3		
	3	3,4			549	378			0,19			2,6			
	4				549	379					13,9				
	5		11,56		549	380				156,9					15/3 84
VI	1		11,58	73	123	74	2,8253					— **101,6**		5′	
	2				113	73		0,6812					55,3		
	3	2,8			128	73			0,24			— 0,2			
	4				130	72					— 0,92				
	5		11,68		134	72				55,1					15/3 84
VII	1		11,71	114	168	142	3,1392					— **41,3**		5′	
	2				167	145		0,6812					13,8		
	3	2,7			167	142			0,22			6,7			
	4				168	146					30,5				
	5		11,73		172	147				20,5					15/3 84

2) Vor dieser Belastung π_1 war eine etwas höhere angebracht, die aber entfernt werden musste, weil die Skala nicht ausreichte.

Die nach bestimmten Gesichtspunkten hergestellten, nun folgenden Uebersichten — Auszüge aus den unmittelbar vorhergehenden Tabellen — zeigen jedoch eine unverkennbare Regelmässigkeit in dem Verlaufe der Erscheinungen.

§ 24. Zuerst gewahrt man aus den Tabellen, dass bei jeder Versuchsgruppe, in welcher der Versuch mit zunehmender Gesammtbelastung beginnt, die Elastizität sich während der Deformation um die Differenz ϱ verringert, aber bis zum Beginne der nächsten Versuchsgruppe sich in der Regel wieder um einen, gewöhnlich anderen Wert ϱ — fette Ziffer — hebt. Ferner sieht man, dass λ bei konstantem π_1 von ϑ und v unabhängig zu sein scheint, wenigstens macht sich ein merklicher Einfluss nicht allgemein geltend.

§ 25. Betrachten wir dagegen die Werte δ bei konstantem π_1 und wachsendem ϑ, so können die Versuchsergebnisse in Bezug auf die Veränderlichkeit von δ im allgemeinen in zwei Gruppen geteilt werden, indem δ entweder wächst, oder wenn nicht entschieden abnimmt, doch schwankend ist, wie nachfolgende Uebersicht C, in welcher π_1 bei jeder Substanz für sich konstant ist, zeigt. Die Kolumne u enthält den Unterschied der höchsten und niedrigsten Temperatur des Drahtes bei den einzelnen Versuchsgruppen.

Uebersicht C.

Konstantes π_1 und verändertes ϑ.

Substanz	Gruppe N	ϑ	δ	Δ	u	Bemerkungen
1) Kupfer Nr. I (Tabelle IIIa)	I bis IX	21h	89,65	—		
		5′	91,79	+ 2,14		
		15′	92,13	+ 0,34		
		30′	87,54	— 4,59		
		1h	84,14	— 3,40	2,7	Grösseres.
		2h	78,89	— 5,25		
		3h	81,38	+ 2,49?		
		17h	76,82	— 4,56		
		52h	72,22	— 4,60		

Substanz	Gruppe N	ϑ	δ	Δ	u	Bemerkungen
2) Eisen No. II (Tabelle IVa)	I bis III	26^h	96,01	—	1,5	Grösseres.
		8^h	109,67	+ 13,66		
		23^h	106,02	— 3,65		
	XII bis XIV	10′	119,07	—	8,5	Grösseres Hier mag u nicht ohne Einfluss auf δ gewesen sein.
		26^d	109,56	— 9,51		
		36^d	104,11	— 5,45		
3) Silber (Tabelle I)	VI bis IX	5′	68,51	—	0,3	Grösseres.
		4^h	67,68	— 0,83		
		20^h	68,01	+ 0,33		
		48^h	67,39	— 0,62		
4) Blei (Tabelle V)	I bis VI	—	14,18	—	2,4	Grösseres.
		20^h	5,58	— 8,60		
		5′!	15,43	+ 9,85		
		3^h	12,18	— 3,25		
		20^h	10,26	— 1,92		
		5′!	16,56	+ 6,30		
5) Fischbein (Tabelle IX)	V bis VIII	7′	51,16	—	1,5	Grösseres.
		?	52,15	+ 0,99		
		6′	51,69	— 0,46		
		19^h	51,48	— 0,21		
6) Platin No I (Tabelle IIa)	I bis IV	—	42,14	—	0,8	Grösseres. (Streckungsbelastung)
		5′	44,18	+ 2,04		
		4^h	43,19	— 0,99		
		44^h	44,16	+ 0,97		
7) Zink (Tabelle VI)	I bis IV	—	0,38	—	0,3	Grösseres. (Streckungsbelastung)
		5′	6,69	+ 6,31		
		2^h	6,94	+ 0,25		
		27^h	7,65	+ 0,71		
8) Kupfer No. II (Tabelle IIIb)	IV bis VII	5′	70,77	—	1,6	Kleineres.
		10′	74,15	+ 3,38		
		12^h	72,50	— 1,65		
		28^h	72,59	+ 0,09		
9) Messing (Tabelle VII)	X bis XIII	—	67,42	—	1,2	Kleineres.
		5′	68,33	+ 0,91		
		4^h	67,55	— 0,78		
		18^h	67,65	+ 0,10		

Substanz	Gruppe N	ϑ	δ	$\varDelta$	u	Bemerkungen
10) Neusilber (Tabelle VIII)	IV bis VII	5′	24,46	—	0,7	Kleineres.
		5′	24,78	+ 0,32		
		1^h	24,72	— 0,06		
		20^h	24,86	+ 0,14		
11) Eisen No. III (Tabelle IV b)	VI bis IX	5′	69,03	—	0,8	Kleineres.
		5′	69,93	+ 0,90		
		18^h	69,45	— 0,48		
		48^h	68,86	— 0,59		
12) Kautschuk (Tabelle X)	I bis IV	—	100,5	—	0,4	Ohne vorherige Streckung.
		6′	125,3	+ 24,8		
		15′	128,6	+ 3,3		
		22^h	134,1	+ 5,5		

In der Rubrik „Bemerkungen" ist angegeben, ob v o r der ersten Versuchsgruppe jeder Substanz ein „grösseres" oder „kleineres" π_1 gewirkt hat, als während der verzeichneten Versuchsgruppen. Die Streckungsbelastung ist als grösseres π_1 erachtet.

Eine Temperaturerhöhung vergrössert sowohl ϱ wie λ, jedoch nach den mit Eisen früher von mir angestellten Versuchen (1882, Heft 4) ersteres stärker als letzteres. Wegen der verhältnissmässig geringen Temperaturdifferenzen u kann ein einflussreicher Fehler bei δ kaum entstehen, wie sich denn auch eine Abweichung der Versuchsresultate von ihrem allgemeinen Verlauf im Sinne der Temperaturänderung nicht ausschliesslich geltend macht.

Vorerst sei darauf aufmerksam gemacht, dass die Elastizität von (δ) einer Versuchsgruppe N zur nächsten mit w a c h s e n d e m ϑ in den meisten Fällen bei (Uebersicht C) jenen Substanzen steigt, bei welchen v o r d e m B e g i n n e der Versuche mit der jeweiligen Substanz an ihr ein g r ö s s e r e s π_1 gewirkt hatte als w ä h r e n d derselben, also bei welchen ein Uebergang von einem grösseren zu einem kleineren π_1

vorhergegangen war. Eine Ausnahme macht hier allerdings Platin Nr. 1 und Zink, wenn nicht meine Ansicht bezüglich der Streckungsbelastung, sie nämlich, wie oben erwähnt, als ein grösseres π_1 zu betrachten, eine irrtümliche ist. Dass die ersten Δ in der Regel pos. sind, wird durch die späteren Betrachtungen begreiflich werden. Wenn von einem kleineren zu einem grösseren π_1 übergegangen wird, (Ziff. 8—11), fällt Δ in der Regel schliesslich pos. aus; wenigstens wird das Sichheben der Elastizität mit dem Wachsen der ϑ zweifelhaft. Eine Ausnahme macht nur Eisen Nr. III. Auch hier ist das anfänglich pos. Δ nach den späteren Erörterungen begreiflich, ebenso die Erscheinung bei Kautschuk. Indes wurden, abgesehen von Ziff. 1) und 4) die Beobachtungen zu wenig lang fortgeführt, um als sichere Grundlage zu Schlüssen dienen zu können, wenn auch ein Zusammenhang zwischen δ und ϑ kaum zu verkennen sein wird. Auf diesen wollte ich vorerst im allgemeinen die Aufmerksamkeit lenken.

§ 26. Wenn also ein Draht, der mit einer Anfangsbelastung π_1 gespannt ist, fortgesetzt longitudinal deformiert wird, so dass seine Belastung mehrmals von π_1 auf $\pi_1 + \pi_2$ steigt und wieder auf π_1 abnimmt, so sinkt während dieses Vorganges der E—M auf eine gewisse Grenze herab, um nach dem Aufhören der Deformationen in der Regel wieder zu steigen. Ich glaube somit eine temporäre Veränderung des longitudinalen E — M während einer Längsdeformation als unzweifelhaft ansehen zu dürfen. Diese Veränderung ist hier während der Deformation eine Senkung. Fällt aber umgekehrt die Anfangsbelastung von $\pi_1 + \pi_2$ auf π_1, steigt dann wieder auf $\pi_1 + \pi_2$ u. s. f., dann findet eine Hebung des E — M während der Deformation statt (Tabelle B).

§ 27. Wenn auf eine Versuchsgruppe N alsbald eine andere folgt, ohne dass eine Veränderung der beständigen Belastung π_1 stattgefunden hat, so ist die

Hebung ϱ des E—M in der Zeit (ϑ) von dem Ende der einen Versuchsgruppe N bis zum Beginne der unmittelbar darauffolgenden kleiner als die Senkung der vorhergehenden Versuchsgruppe, indes die Senkung bei der zweiten Versuchsgruppe mit der eben vorhergegangenen Hebung gleich ist. Vorstehendes folgt aus der nun kommenden Uebersicht D. Darin ist Δ_1 die algebraische Summe der ersten Senkung ϱ und der nächstdarauffolgenden Hebung ϱ der Elastizität; Δ_2 die algebraische Summe dieser und der Senkung der zweiten Gruppe, so dass ein pos. Δ_1 oder Δ_2 eine Senkung, ein neg. Δ_1 oder Δ_2 eine Hebung bedeutet.

Uebersicht D.

Beim Uebergang von einer Gruppe zur andern ist π_1 konstant und die Zeiten ϑ sind verhältnismässig kurz und fast gleich.

No.	Substanz	Gruppe N	Senkung ϱ	Hebung ϱ	Senkung ϱ	Δ_1	Δ_2	ϑ
1	Kupfer No. I	I u. II	+ 33,91	— 31,77	+ 31,68	+ 2,14	+ 0,09	5′
2	Eisen No. II	X u. XI	+ 5,85	— 3,51	+ 3,78	+ 2,34	+ 0,27	5′
3	Silber	II u. III	+ 4,43	— 3,64	+ 3,45	+ 0,79	— 0,19	5′
4	Blei	II u. III	+ 14,99	— 5,14	+ 4,82	+ 9,85	— 0,32	5′
5	Kupfer No. II	IV u. V	+ 7,46	— 4,08	+ 2,96	+ 3,38	— 1,12	10′
6	Neusilber	IV u. V	+ 1,41	— 1,09	+ 0,79	+ 0,32	— 0,30	5′
7	Messing	X u. XI	+ 1,05	— 0,14	+ 0,26	+ 0,91	+ 0,12	5′
8	Eisen No. III	VI u. VII	+ 1,13	— 0,23	+ 0,37	+ 0,90	+ 0,14	5′
9	Platina No. I	I u. II	+ 4,59	— 2,55	+ 2,56	+ 2,04	+ 0,01	5′
10	Zink	I u. II	+ 23,20	— 16,89	+ 16,89	+ 6,31	± 0,00	5′
11	Platina No. II	VI u. VII	+ 0,75	— 0,15	+ 0,07	+ 0,60	— 0,08	?
12	Kautschuk	I u. II	+ 31,5	— 6,7	+ 3,7	+ 24,8	— 3,0	6′
13	Fischbein	VI u. VII	+ 0,95	— 1,41	+ 1,02	— 0,46	— 0,39	6′

Die Uebersicht D bildet das Seitenstück zu jener C. Erstere zeigt, dass — von Fischbein abgesehen — Δ_1 stets positiv, indes Δ_2 verhältnismässig klein ist, und fast gleich viele positive und negative Werte enthält. Es ist noch be-

sonders hinzuweisen auf die Grösse Δ_2, indem sie die Gleichheit der Erhöhung und Senkung der Elastizität innerhalb[1]) einer Versuchsgruppe N darthut, wenn jedoch beim Uebergang von der vorhergehenden Gruppe zu dieser keine Aenderung der Anfangsbelastung π_1 stattgefunden hat und die Zeiten ϑ nahezu gleich gross sind.

§ 28. Die Hebung und Senkung ϱ der Elastizität innerhalb[1]) einer Versuchsgruppe ist aber auch dann gleich, wenn die Zeiten ϑ sehr verschieden sind, nur darf der Versuchsgruppe, wie vorhin, keine Aenderung der Anfangsbelastung vorausgegangen sein. Es geht dies aus der Uebersicht E hervor, in der die Differenz Δ 25 mal pos. und 24 mal neg. auftritt. Auch bei jedem Versuchsindividuum für sich wechseln die Zeichen ab. Die Werte Δ geben auch den Unterschied zweier aufeinanderfolgenden λ bei gleichem π_1 und verschiedenem ϑ an, woraus die Unabhängigkeit der Grösse λ von ϑ ersichtlich ist, da die Temperaturänderung von N zu N niemals sehr erheblich war.

Uebersicht E.

Konstantes π_1 und verändertes ϑ.

No.	Substanz	Gruppe N	Hebung ϱ	Senkung ϱ	Δ	ϑ	Bemerkung.
1	Kupfer No. 1	II	— 31,77	+ 31,68	— 0,09	5′	
		III	— 31,34	+ 31,40	+ 0,06	15′	
		IV	— 35,99	+ 36,15	+ 0,16	30′	
		V	— 39,56	+ 39,22	— 0,34	1h	
		VI	— 44,47	+ 44,67	+ 0,20	2h	
		VII	— 42,18	+ 42,02	— 0,16	3h	
		VIII	— 46,58	+ 46,47	— 0,11	17h	
		IX	— 51,07	+ 51,50	+ 0,43	52h	

1) Die einer Versuchsgruppe „vorangehende Hebung" wird als zu dieser Gruppe gehörig betrachtet.

No.	Substanz	Gruppe N	Hebung ϱ	Senkung ϱ	Δ	ϑ	Bemerkung.
2	Eisen No. II	II	— 21,25	+ 21,35	+ 0,10	8h	
		III	— 25,00	+ 24,74	— 0,26	23h	
		V	— 3,62	+ 3,69	+ 0,07	45′	
		X	— 5,96	+ 5,85	— 0,11	22h	
		XI	— 3,51	+ 3,78	+ 0,27	5′	
		XIII	— 22,55	+ 22,71	+ 0,16	26d	
		XIV	— 28,16	+ 29,49	+ 1,33	36d	
3	Silber	II	— 4,22	+ 4,43	+ 0,21	43h	
		III	— 3,64	+ 3,45	— 0,19	5′	
		VII	— 3,89	+ 3,95	+ 0,06	4h	
		VIII	— 3,62	+ 3,60	— 0,02	20h	
		IX	— 4,22	+ 4,04	— 0,18	48h	
4	Blei	II	— 14,78	+ 14,99	+ 0,21	20h	
		III	— 5,14	+ 4,82	— 0,32	5′	
		IV	— 8,07	+ 8,25	+ 0,18	3h	
		V	— 10,17	+ 10,65	+ 0,48	20h	
		VI	— 4,35	+ 3,92	— 0,43	5′	
		VII	— 16,91	+ 16,75	— 0,16	5′	
5	Kupfer No. II	V	— 4,08	+ 2,96	— 1,12	10′	Vorhergegangene Streckung bei V.
		VI	— 4,61	+ 4,65	+ 0,04	12h	
		VII	— 4,56	+ 4,31	— 0,25	28h	
6	Neusilber	V	— 1,09	+ 0,79	— 0,30	5′	
		VI	— 0,85	+ 0,71	— 0,14	1h	
		VII	— 0,47	+ 0,48	+ 0,01	20h	
7	Messing	XI	— 0,14	+ 0,26	+ 0,12	5′	
		XII	— 1,04	+ 0,94	— 0,10	4h	
		XIII	— 0,84	+ 0,84	± 0,00	18h	
8	Eisen No. III	VII	— 0,23	+ 0,37	+ 0,14	5′	
		VIII	— 0,85	+ 0,55	— 0,30	18h	
		IX	— 1,14	+ 0,59	— 0,55	48h	
9	Platin No. I	II	— 2,55	+ 2,56	+ 0,01	5′	
		III	— 3,55	+ 3,44	— 0,11	4h	
		IV	— 2,77	+ 2,56	+ 0,09	44h	
10	Zink	II	— 16,89	+ 16,89	± 0,00	5′	
		III	— 16,64	+ 16,78	+ 0,14	2h	
		IV	— 16,05	+ 16,19	+ 0,14	27h	
11	Platin No. II	VII	— 0,15	+ 0,07	— 0,08	?	

No.	Substanz	Gruppe N	Hebung ϱ	Senkung ϱ	$\varDelta$	ϑ	Bemerkung
12	Kautschuk	II	— 6,7	+ 3,7	— 3,0	6′	
		III	— 0,4	+ 3,0	+ 2,7	15′	
		IV	+ 2,5	+ 11,5	+ 14,0	22^h	
13	Fischbein	VI	+ 0,16	+ 0,95	+ 1,11	?	
		VII	— 1,41	+ 1,02	— 0,39	6′	
		VIII	— 1,23	+ 1,02	— 0,21	19^h	

§ 29. Wir sehen aus der Uebersicht D, dass beim Uebergang von einer Gruppe zur nächstfolgenden bei unverändertem π_1 und nahezu gleichem ϑ die Hebung ϱ der Elastizität geringer ist, als die eben vorhergegangene Senkung ϱ. Die Hebung bleibt aber ebenfalls gegen die vorhergegangene Senkung zurück, wenn beim Uebergange von einer Gruppe zur nächstfolgenden eine Verminderung von π_1 stattfindet. Die nächste Uebersicht F soll dies darthun. Man sieht in den Werten $\varDelta$ die Annahme, es sei die Senkung einer vorhergegangenen Versuchsgruppe grösser als die Hebung der unmittelbar nachfolgenden, sehr begünstiget. Indes kommen in dieser Uebersicht — Rubrik: Hebung ϱ — auch 5 Fälle vor, in denen keine thatsächliche Hebung, sondern sogar eine Senkung sich zeigt.

Uebersicht F.

Vermindertes π_1 und gleiches ϑ.

No.	Substanz	Gruppe N	Senkung ϱ	Hebung ϱ	$\varDelta$	ϑ
1	Silber	III auf IV	+ 3,45	— 2,77	+ 0,68	5′
		V „ VI	+ 3,33	— 1,53	+ 1,80	5′
2	Kupfer No. II	I auf II	+ 5,36	— 2,30	+ 3,06	5′
		II „ III	+ 2,53	— 3,72	— 1,19	5′
3	Neusilber	II auf III	+ 1,06	+ 0,06	+ 1,12	5′

No.	Substanz	Gruppe N	Senkung ϱ	Hebung ϱ	$\varDelta$	ϑ
4	Messing	V auf VI	+ 1,26	− 0,11	+ 1,15	5′
		VI „ VII	+ 0,43	− 0,54	− 0,11	5′
		VII „ VIII	+ 0,45	+ 0,02	+ 0,47	5′
		VIII „ IX	+ 0,45	− 1,40	− 0,95	5′
5	Eisen No. III	IV auf V	+ 1,01	− 0,66	+ 0,35	5′
6	Platin No. II	I auf II	+ 1,11	+ 0,16	+ 0,85	5′
		III „ IV	+ 1,03	− 0,20	+ 0,83	5′
		IX „ X	+ 0,38	− 0,14	+ 0,24	5′
		X „ XI	+ 0,23	+ 0,02	+ 0,25	5′
		XI „ XII	+ 0,30	+ 0,43	+ 0,73	5′
7	Kautschuk	V auf VI	+ 2,6	−101,6	− 99,0	5′
8	Fischbein	IV auf V	+ 0,88	− 0,40	+ 0,48	7′

§ 30. Wird dagegen beim Uebergang von einer Versuchsgruppe zur nächsten die Anfangsbelastung π_1 vermehrt, so ist die Hebung ϱ der Elastizität grösser als die Senkung der vorhergehenden Gruppe. Die Zeit ϑ ist dabei konstant genommen. Von den neun in Uebersicht G verglichenen Substanzen zeigt 1 — Fischbein — eine gänzliche, 3 zeigen eine nur teilweise, nummerisch schwache Abweichung von dem allgemeinen Verlauf des $\varDelta$, das offenbar auf eine Hebung ϱ hindeutet, die die vorhergegangene Senkung an Grösse übertrifft. Ob die hier untersuchten organischen Substanzen überhaupt mit den anorganischen unter einen Gesichtspunkt gebracht werden können, lasse ich vorerst dahin gestellt. Schliesst man sie hier aus, so ist das Ergebnis entschiedener.

Uebersicht G.

Erhöhtes π_1 und gleiches ϑ.

No.	Substanz	Gruppe N	Senkung ϱ	Hebung ϱ	Δ	ϑ
1	Silber	IV auf V	+ 5,23	— 7,15	— 1,92	5′
2	Blei	VI auf VII	+ 3,92	— 16,91	— 12,99	5′
3	Kupfer No. II	III auf IV	+ 4,07	— 6,80	— 2,73	5′
4	Neusilber	I auf II	+ 0,74	— 1,83	— 1,09	5′
		III auf IV	+ 0,99	— 1,89	— 0,90	5′
5	Messing	I auf II	+ 3,10	— 2,83	+ 0,27	5′
		II auf III	+ 2,02	— 1,92	+ 0,10	5′
		III auf IV	+ 1,65	— 1,16	+ 0,49	5′
		IV auf V	+ 1,18	— 1,51	— 0,33	5′
		IX auf X	+ 2,17	— 2,41	— 0,24	?
6	Eisen No. III	I auf II	+ 1,12	— 2,29	— 1,17	5′
		II auf III	+ 1,67	— 1,42	+ 0,25	5′
		III auf IV	+ 1,06	— 1,15	— 0,09	5′
		V auf VI	+ 0,92	— 1,51	— 0,59	5′
7	Platin No. II	II auf III	+ 2,49	— 4,34	— 1,85	5′
		IV auf V	+ 0,93	— 1,85	— 0,92	5′
		V auf VI	+ 0,84	— 0,82	+ 0,02	5′
		VII auf VIII	+ 0,07	— 0,53	— 0,46	5′
		VIII auf IX	+ 0,34	— 0,49	— 0,15	5′
8	Kautschuk	VI auf VII	— 0,2	— 41,3	— 41,5	5′
9	Fischbein	I auf II	+ 3,73	— 2,42	+ 1,31	7′
		II auf III	+ 2,10	— 1,79	+ 1,31	7′
		III auf IV	+ 1,13	— 0,86	+ 0,27	7′

§ 31. Aendert sich beim Uebergang von einer Versuchsgruppe zur anderen nicht nur π_1 oder ϑ, wie in den bisherigen Zusammenstellungen, sondern beide zugleich, so müsste die Aenderung der Hebung ϱ sich beiden Werten von π_1 und ϑ anpassen. In Tabelle IVa trifft dies zu, ausgenommen in Gruppe XII derselben, wo eine Verkleinerung von π_1 und eine nur ganz unerhebliche Vergrösserung von ϑ

ein kleineres neg. ϱ hätte erwarten lassen, als dies thatsächlich sich ergeben hat.

§ 32. Hat eine beträchtliche Hebung ϱ im Vergleich zur vorhergehenden Senkung stattgefunden, so folgt auf jene eine Senkung, welche kleiner als die Hebung ist.

Uebersicht H.

Verändertes π_1.

No.	Substanz	Gruppe N	Hebung ϱ	Senkung ϱ	Δ	ϑ	Bemerkung.
1	Eisen No. II	IV	− 11,49	+ 10,03	− 1,46	30′	
		VII	− 12,70	+ 10,80	− 1,90	1h	
		IX	− 10,21	+ 8,06	− 2,15	4d	
2	Silber	V	− 7,15	+ 3,33	− 3,82	5′	
3	Blei	VII	− 16,91	+ 16,75	− 0,16	5′	
4	Kupfer No. II	IV	− 6,80	+ 7,46	+ 0,66	5′	Störung.
5	Neusilber	II	− 1,83	+ 1,06	− 0,77	5′	
		IV	− 1,89	+ 1,41	− 0,48	5′	
6	Messing	II	− 2,83	+ 2,02	− 0,81	5′	
		III	− 1,92	+ 1,65	− 0,27	5′	
		IV	− 1,16	+ 1,18	+ 0,02	5′	
		V	− 1,51	+ 1,26	− 0,25	5′	
		X	− 2,41	+ 1,05	− 1,36	?	
7	Eisen No. III	II	− 2,29	+ 1,67	− 0,62	5′	
		III	− 1,42	+ 1,06	− 0,36	5′	
		IV	− 1,15	+ 1,01	− 0,14	5′	
		VI	− 1,51	+ 1,13	− 0,38	5′	
8	Platin No. II	III	− 4,34	+ 1,03	− 3,31	5′	
		V	− 1,85	+ 0,84	− 1,01	5′	
		VI	− 0,82	+ 0,75	− 0,07	5′	
		VIII	− 0,53	+ 0,34	− 0,19	5′	
		IX	− 0,49	+ 0,38	− 0,11	5′	
9	Kautschuk	V	+ 8,7	+ 2,6	+ 11,3	5′	Störung.
		VII	− 41,3	+ 6,7	− 34,65	5′	
10	Fischbein	II	− 2,42	+ 2,10	− 0,32	7′	
		III	− 1,79	+ 1,13	− 0,66	7′	
		IV	− 0,86	+ 0,88	+ 0,02	7′	

§ 33. Hat sich die Hebung ϱ im Vergleich zur vorhergehenden Senkung vermindert, so folgt der ersteren eine Senkung, die grösser als sie ist.

Uebersicht I.

Verändertes π_1.

No.	Substanz	Gruppe N	Hebung ϱ	Senkung ϱ	$\varDelta$	ϑ
1	Eisen No. II	VI	— 21,40	+ 23,55	+ 2,15	22[h]
		VIII	— 6,86	+ 9,65	+ 2,79	10[d]
		XII	— 11,35	+ 13,04	+ 1,69	10′
2	Silber	IV	— 2,77	+ 5,23	+ 2,46	5′
		VI	— 1,53	+ 3,06	+ 1,53	5′
3	Kupfer No. II	II	— 2,30	+ 2,53	+ 0,23	5′
		III	— 3,72	+ 4,07	+ 0,35	5′
4	Neusilber	III	+ 0,06	+ 0,99	+ 1,05	5′
5	Messing	VI	— 0,11	+ 0,43	+ 0,32	5′
		VII	— 0,54	+ 0,45	— 0,09	5′
		VIII	+ 0,02	+ 0,45	+ 0,47	5′
		IX	— 1,40	+ 2,17	+ 0,77	5′
6	Eisen No. III	V	— 0,66	+ 0,92	+ 0,26	5′
7	Platin No. II	II	+ 0,16	+ 2,49	+ 0,65	5′
		IV	— 0,20	+ 0,93	+ 0,73	5′
		X	— 0,14	+ 0,23	+ 0,09	5′
		XI	+ 0,02	+ 0,30	+ 0,32	5′
		XII	+ 0,43	+ 0,37	+ 0,80	5′
8	Kautschuk	VI	— 101,6	— 0,2	— 101,8	5′
9	Fischbein	V	— 0,40	+ 0,83	+ 0,43	7′

In den Uebersichten H und I sind die Werte $\varDelta$ offenbar auch gleich den Differenzen der Werte λ der in der Uebersicht bezeichneten und der nächst vorhergehenden Versuchsgruppe, was besonders zu beachten ist. Da nun die Grösse der Hebung der Elastizität von der ständigen

Spannung (π_1) bedingt ist, so drückt sich in diesen Uebersichten so recht der Einfluss der Spannung auf den E—M und dessen Aenderung aus.

IX. Die durch Deformation bewirkten Molekularvorgänge.

§ 34. Nachdem ich im vorhergehenden Abschnitte mehrere Eigentümlichkeiten der Versuchsergebnisse hervorgehoben habe, will ich es versuchen, die hiebei zutage getretenen Erscheinungen durch die „Weber-Kohlrausch'sche Hypothese“ zu erklären. Nach dieser ist die Bewegung der Moleküle, welche einer äusseren Kraftänderung, also einer Gestaltsänderung des elastischen Körpers entspricht, in zwei Teile zu zerlegen: 1) in die fortschreitende Bewegung und 2) in die Drehung, durch welche jedes Molekül in die der äusseren Kraft entsprechende Stellung gebracht wird. Diese Hypothese wurde zunächst von Herrn Professor F. Kohlrausch[1]) präzisiert und in der erweiterten Form lege ich sie diesen Betrachtungen zu Grunde.

Darnach stelle ich mir vor, dass die dehnende Längsverschiebung der Moleküle von einer drehenden Bewegung derselben begleitet ist, durch welch' letztere die elastische Reaktion verändert wird. Diese Reaktionsänderung erfordert dann eine weitere Verschiebung der Moleküle, damit bei konstanter Spannung des Drahtes sich der Gleichgewichtszustand allmählich herstellt. Aeusserlich tritt diese Verschiebung als eine Längenänderung des Drahtes auf, die man bekanntlich elastische Nachwirkung nennt. Das Nächstliegende ist anzunehmen, dass die Verlängerung eine Verminderung, die Verkürzung des Drahtes eine Erhöhung der elastischen Reaktion zur Folge hat.

1) E. Kohlrausch, Annalen Bd. 128 Seite 399. Schluss Seite 413 und die folgenden.

§ 35. Fassen wir nun zuerst den physikalischen Vorgang, der bei fortgesetzter Verlängerung und Verkürzung des Drahtes nach der erwähnten Hypothese stattfinden mag, ins Auge.

In Fig. 2 — in der die Bogen der Anschaulichkeit halber nicht in- sondern nebeneinander gelegt sind — sei OA_0 die Lage der Achse eines Moleküls bei der Belastung π_1 des Drahtes, nachdem vollkommenes Gleichgewicht eingetreten sein wird. Wenn dann bei der Belastung $\pi_1 + \pi_2$ nach Verlauf einer längeren Zeit Gleichgewicht besteht, so entspräche diesem elastischen Zustande des Drahtes die Achsenlage OA. Da nun aber bei keiner Dehnung und Zusammenziehung des Drahtes der Gleichgewichtszustand abgewartet, vielmehr sofort nach erlangter Maximal- und Minimalspannung abgelesen wird, so schreitet während der ersten Anspannung die Achsendrehung nur etwa bis zur Lage $O'A_1$ fort. $A_0{'}A_1$ wird als die grösste aller Drehungen anzunehmen sein, weil vor der ersten Anspannung des Drahtes die Achse OA_0 den grössten Abstand von ihrer neuen Gleichgewichtslage OA hat. Dieser Drehung entsprechend hat der E — M während der ersten Anspannung abgenommen. Während der unmittelbar darauffolgenden ersten Abspannung wird sich die Achse zurückdrehen, aber nur mehr die Lage $O''A_1$ erreichen, weil der Abstand $'A_1 A_0$ von der nun angestrebten neuen Gleichgewichtslage OA_0 kleiner ist, als jener A_0A war. Der E — M hebt sich wieder, jedoch nicht mehr auf die anfängliche Höhe, was sich durch die entstandene E — N $c_1 - a_1$ zu erkennen gibt. Die während der zweiten Anspannung vor sich gehende Drehung $''A_1{'}A_2$ der Molekulachse wird kleiner sein, als die während der ersten, da der Abstand $''A_1 A$ von der nun angestrebten neuen Gleichgewichtslage OA geringer ist als der anfängliche $A_0 A$. Wir müssen jedoch annehmen, dass $''A_1{'}A_2 > {'}A_1{''}A_1$ ist, indem die Versuche zeigen, dass bei der

zweiten Anspannung unter der Belastung $\pi_1 + \pi_2$ die Länge des Drahtes gewöhnlich grösser ist, als bei der ersten, somit der E — M noch weiter abgenommen hat. Es würde dies voraussetzen, dass $''A_1A$ immer noch grösser ist als $'A_1A_0$. Dies würde den Thatsachen gerade nicht widersprechen, da man ja weiss, dass Nachwirkungserscheinungen sich Monate lange hinziehen können. Vielleicht ist aber jede später angeregte Achsendrehung noch von der früheren beeinflusst, was nach den Beobachtungen des Herrn Professor F. Kohlrausch[1]) sogar sehr wahrscheinlich ist. Wir müssen ferner annehmen, dass bei der nun folgenden Abspannung $'A_2''A_2 < ''A_1'A_2$, weil nach der zweiten Abspannung der E — M wieder kleiner ist als nach der ersten, indem ja $c_2 - a_2$ neu entsteht. Da $'A_2A_0 > 'A_1A_0$, so müsste die Rückdrehung der Moleküle anfänglich rascher vor sich gehen als das bei der vorhergehenden Verkürzung der Fall war. Es müsste dies nicht hindern, dass $''A_2A_0 > ''A_1A_0$ wird. Viel näher aber liegt es, wie mir scheint, den vorher erwähnten Einfluss der nächst vorhergehenden Drehung auf die folgende anzunehmen, wodurch eine Verzögerung der Rückdrehung bewirkt würde. Bei fortgesetzter Deformation werden also den Versuchsresultaten gemäss die Bogen immer mehr abnehmen und sich einer bestimmten Grenze nähern. Aber auch am Ende jeder Abspannung wird die Achse weiter von der Lage OA_0 sich entfernt haben, um sich einer bestimmten mittleren Grenzlage OA_ν für die in gleicher Weise fortgesetzten Deformationen zu nähern. Diese Lage OA_ν entspricht dann dem jeweiligen E — M des Drahtes. Sobald die Belastung nach einer Versuchsgruppe wieder konstant (π_1) geworden ist, erhebt sich im allgemeinen der E — M wieder, indem OA_ν sich gegen OA_0 dreht, der elastische Zustand sich also einem dem π_1 entsprechenden Gleichgewichtszustande nähert. Diese Hebung

1) F. Kohlrausch, Annalen, Bd. 158, Seite 371, Ziff. 9.

des E — M wird eine Funktion von ϑ sein, wie dies aus der Uebersicht C erkennbar ist. Dass in der That immer wieder eine Hebung des E — M stattfindet, ersieht man aus Uebersicht D. Wie gestalten sich nun die Verhältnisse, wenn π_1 von einer Gruppe N zur anderen sich ändert?

§ 36. Aus den Uebersichten F und G ersehen wir, dass eine Aenderung des π_1 bei dem Uebergang von einer Versuchsgruppe N auf eine andere eine merkliche, und wie es scheint fast plötzliche Aenderung der Hebung ϱ des E — M im Gefolge hat. Diese Erscheinung ist auffällig, weil man erwarten sollte, dass eine Verminderung der Spannung von einem Rückwärtsdrehen der Moleküle, also von einer erhöhten Hebung des E — M begleitet wäre, während die Versuche (Uebersicht F) gerade das Gegenteil konstatieren. Wir haben also hier eine durch Verminderung des π_1 plötzlich bewirkte Drehung der Moleküle im Sinne der Abnahme des E — M anzunehmen oder doch wenigstens eine Verzögerung der Rückbewegung nach der Gleichgewichtslage, welche dem verminderten π_1 entspricht. Erst allmählich scheint sich die Hebung des E—M in längeren Zeiten zu vollziehen. Darauf deuten die Werte von Δ in Ziff. 1—5 der Uebersicht C hin, indem bei diesen Versuchen in der That anfänglich von einem grösseren zu einem kleineren π_1 übergegangen wurde. Es zeigt sich hierin schliesslich eine Hebung des E — M. Anfänglich stellt sich allerdings ein pos. Δ ein, da erst nach längeren Zeiten ϑ der E — M sich wieder über seine vorher verminderte Grösse zu heben vermag, was auf Verzögerung der Rückdrehung der Moleküle respective auf eine Vergrösserung des sich ihr bietenden Widerstandes mit der Zeit schliessen lässt. [1])

§ 37. Während man dagegen bei dem Uebergange von einer kleineren Anfangsbelastung π_1 zu einer grösseren eine

1) F. Kohlrausch, Annalen, Bd. 128 Seite 415 lit. c.

Drehung der Moleküle im Sinne der Abnahme des E — M erwarten sollte, fallen die Hebungen ϱ im allgemeinen grösser als die vorhergehenden Senkungen aus, wie dies Uebersicht G darthut. Wir können daraus auf eine plötzliche Drehung der Moleküle im Sinne einer Zunahme der Elastizität, einer Drehung nach der Lage OA_0 schliessen, somit annehmen, dass eine Vergrösserung der Spannung die eben stattfindende Rückdrehung der Moleküle nach der Lage OA_0 plötzlich fördert, um sich dann wieder allmählich ihrer, der grösseren Belastung π_1 entsprechenden Gleichgewichtslage, d. h. der Lage OA, zuzudrehen. Die Ergebnisse Ziff. 8—10 inclusive der Uebersicht C lassen sich als Thatsachen hiefür anführen. In dieser Uebersicht kommen allerdings auch einige Versuchsergebnisse (Ziff. 6, 7, 11) vor, welche der in diesem und den vorigen Paragraphen dargelegten Ansicht widersprechen. Obgleich ich bei Ausführung der Versuche alle Sorgfalt anwendete, sind vielleicht doch nur anscheinend kleine Unterlassungen vorgekommen, indem ich ja in der Handhabung des Apparates die Wichtigkeit, welche gerade einzelnen Vorsichtsmassregeln beizulegen sei, von vorn herein noch nicht mit voller Sicherheit erkennen konnte.

§ 38. Darnach stände also in Aussicht, dass die Kohlrausch'sche Erweiterung der Weber'schen Hypothese noch dahin ergänzt werden müsste, dass eine dauernde Aenderung der Spannung auf die schon bestehende Nachwirkung, also auch auf die Elastizität einen Einfluss in der Weise übt, dass sie eine plötzliche Aenderung des E — M bewirkt, indem die schon eingeleitete Drehung der Moleküle in einem gewissen Sinne wenigstens vorübergehend beeinträchtiget wird. In dieser Anschauung wurde ich noch bestärkt durch die von F. Braun [1]) konstatierten Thatsachen. Lassen sich die dort angeführten Sätze auch nicht unmittelbar auf die

1) F. Braun, Poggendorff's Annalen, Bd. 159, Seite 389.

in dieser Abhandlung besprochenen Versuche übertragen, so mag es doch als eine wesentliche Stütze meiner eben dargelegten Ansicht angesehen werden, dass nach F. Braun die Verschiebung der Moleküle aus der Ruhelage auf eine schon bestehende Nachwirkung überhaupt einwirken kann, und die Bewegung, welche durch die erste Nachwirkung augenblicklich angestrebt wird, verändert (Seite 392). Wenn in unserem Falle eine Versuchsreihe beendigt ist, so nehmen wir an, die Moleküle drehen sich nach ihrer früheren Gleichgewichtslage zurück und die Elastizität erhöht sich. Wird nun eine dauernde Verschiebung durch Vergrösserung von π_1 bewerkstelligt, so müsste nach unseren Versuchsergebnissen diese Rückbewegung vergrössert werden. Dies würde den Darlegungen von F. Braun (Seite 392 und 393) wenigstens nicht widersprechen. Eine dauernde Verschiebung der Moleküle in entgegengesetzter Richtung durch eine Verminderung von π_1 bewirkt thatsächlich eine Verringerung des E—M., so dass also durch diese Verschiebung eine Verzögerung der Rückdrehung nach der früheren Gleichgewichtslage oder gar eine Drehung nach entgegengesetzter Richtung anzunehmen wäre. Es kommen denn auch in Uebersicht F in der Rubrik „Hebung ϱ" sogar positive Werte vor, was in Uebersicht G nie der Fall ist. Auch erschiene es, ohne dabei gerade an eine Reibung der Moleküle denken zu müssen, nicht unbegreiflich, durch eine Vergrösserung ihrer Abstände die Drehung nach einer schon angestrebten Richtung gefördert, durch eine Verminderung derselben aber sie gehemmt zu sehen.

§ 39. Die in § 19 aufgestellten Gleichungen beruhen auf der Vorstellung, es würde bei derselben Belastungszunahme π_2 ein Draht immer dieselbe Dehnung erfahren, wenn nur eine Verschiebung der Moleküle stattfände. Die durch die Verschiebung angeregte Drehung der Moleküle vermindert die innere Reaktion gegen die Dehnung, so dass noch eine weitere Dehnung nachfolgen muss, damit die

Spannung erreicht werde, welche die jeweilige Belastung π_2 zur Herstellung des Gleichgewichts erfordert. Es schwebt mir dabei vor, dass auch die Spannung eines Gases bei einer Temperaturänderung durch Aenderung seines Volumens konstant bleibt. Darnach liesse sich erwarten, dass nach einer geringeren Hebung ϱ der Elastizität bei einer folgenden Deformation eine grössere Senkung eintreten müsste, denn je geringer der E — M unmittelbar vor der Versuchsgruppe N ist, eine desto grössere Dehnungsmehrung — Nachwirkung — wäre zu erwarten, um die erforderliche Spannung herzustellen, d. i. die Reaktionsabnahme auszugleichen und umgekehrt. Diese Vermutung wird durch die Werte Δ der Uebersichten H und I mit fast überraschender Strenge unterstützt.

§ 40. Die in den Uebersichten H und I angegebenen Differenzen Δ sind, wie schon früher bemerkt, auch die Unterschiede der Werte λ der betrachteten Gruppe und der nächst vorhergehenden. Somit ist bei derselben Substanz bei konstanter Temperatur und unverändertem π_2 der Wert λ von der Anfangsbelastung π_1 abhängig und zwar wird er bis zu einer gewissen Grenze durch Vergrösserung der Anfangsbelastung π_1 vermindert, also der E — M. erhöht und umgekehrt. (Siehe die Tabellen IIb, IVb, VII, VIII, IX.)

§ 41. Die in § 36 und 37 erwähnte Thatsache gab mir Anlass daran zu denken, es möchte, entgegengesetzt der bisher dargelegten Anschauung, eine Dehnung des Drahtes eine Erhöhung des E — M bewirken, und während der Zusammenziehung eine Verminderung desselben stattfinden. Ich glaube diesen Punkt nicht ganz unerwähnt lassen zu sollen, da wenigstens einzelne Erscheinungen auch hiedurch erklärbar sind. Allein bei näherer Erwägung der Umstände schien es mir doch veranlasst, von dieser Annahme vorerst gänzlich abzustehen. Für's erste müsste nach den bei allen Ver-

suchen zutage getretenen Ergebnissen die Elastizitätsverminderung während der Zusammenziehung grösser als die bei der Dehnung vorausgegangene Erhöhung derselben sein, was mit den Nachwirkungserscheinungen nicht wohl in Einklang zu bringen sein dürfte. Mehr noch hat mich aber folgende Ueberlegung bestimmt, von der erwähnten Annahme abzusehen: Gesetzt es würde eine Drehung der Moleküle während der Dehnung im Sinne der Elastizitätszunahme stattfinden, so müsste diese Drehung sich jedenfalls in die entgegengesetzte verwandeln, sobald die Belastung ihren höchsten Wert erreicht hat, da jetzt thatsächlich bei konstanter Belastung π_2 der Draht sich noch weiter verlängert, also der E - M. abnimmt. Dies anzunehmen schien mir ein unnötiges Wagnis, wenn ich auch die Möglichkeit vorerst nicht gänzlich in Abrede stellen möchte. (Siehe § 38.)

§ 42. Zu bemerken ist noch, dass ich, wie bei Platin No. II (Tab. IIb, N VI) konstatiert wurde, auch mit anderen Substanzen — Neusilber und Silber — kleine Streckungen — nicht über 10 Skalenteile — vorgenommen habe, um mich zu überzeugen, ob, wenn solche unabsichtlich bei den Versuchen entstanden sein sollten, hiedurch die Grösse λ beeinflusst wird. Es konnte ein solcher Einfluss nicht ersehen werden.

§ 43. Versuche, wie ein solcher mit Eisen No. II in Tabelle B vorgeführt, bei welchem nämlich die konstante Anfangsbelastung $\pi_1 + \pi_2$ ist, und die Gesammtbelastung zwischen $\pi_1 + \pi_2$ und π_1 sich ändert, wurden noch mit Silber, Messing und Neusilber angestellt. Ueberall ergab sich infolge der Deformation des Drahtes eine Verkürzung desselben bei konstanter Anfangsbelastung $\pi_1 + \pi_2$ — ein negatives l — ein Zeichen, dass die erste Deformation den überwiegenden Einfluss übt. Bei der Ablesung betrug die Verkürzung bei Neusilber 0,4, bei Messing 0,5, bei Silber 0,8 Skalenteile. Aber kaum eine Thatsache dürfte

geeigneter sein, die schon von Herrn Professor F. Kohlrausch und F. Braun betonte Selbständigkeit des Vorganges der elastischen Nachwirkung darzuthun; denn während der Draht gedehnt wird, nimmt seine Gesammtlänge für die Belastung $\pi_1 + \pi_2$ ab.

X. Der longitudinale Elastizitätsmodul.

§ 44. Damit bin ich bei einer praktischen Seite der vorliegenden Untersuchungen angelangt. Die Versuchsergebnisse lassen keinen Zweifel über die Veränderlichkeit des longitudinalen E — M selbst bei konstanter Temperatur, so lange im Körper eine einmal angeregte elastische Nachwirkung fortbesteht. Eine solche Anregung geschieht aber vermutlich schon durch die Bearbeitung des Materials, insbesonders durch das Ziehen zu Draht. Es dürfte daher nicht ohne Einfluss auf die vorstehend gewonnenen Resultate gewesen sein, dass jeder Draht schon mit einer Nachwirkung behaftet in den Versuch eingetreten sein mag.

Die Verlängerung eines Drahtes durch eine Belastung π_2 muss also verschieden ausfallen, je nach der Stellung, in welcher die Moleküle bei ihrer Drehung nach der Gleichgewichtslage hin von der Verschiebung getroffen werden, je nach dem eben etwa bestehenden Nachwirkungszustande. Diese für den E — M massgebende Verlängerung muss aber sogar bei dem gleichen Nachwirkungszustande je nach der Grösse der Anfangsbelastung π_1, die man nach dem üblichen Verfahren der Bestimmung des longitudinalen E — M zum Geradehalten des Drahtes braucht, verschieden sein. Denn man nimmt an, die Anfangsbelastung π_1 zwinge den Draht während der Belastung π_2 zur selben Länge, wie ohne π_2, und nimmt $\frac{\pi_2}{\lambda_2}$ als den longitudinalen E — M, wenn nach dem Eintritt des Gleichgewichtszustandes als Verlängerung der Längeneinheit des Drahtes λ_2 abgelesen wird. In der

That aber enthält λ_2 nicht nur die von π_2 hervorgebrachte Verlängerung, sondern auch die von π_1 erzeugte Mehrverlängerung, infolge der durch die Belastung π_2 erregten Nachwirkung und der damit verbundenen Abnahme des E — M Es gehört also λ_2 nicht zu π_2; es ist zu gross. Das übliche Verfahren zur Bestimmung des longitudinalen E — M gibt somit, indem es die elastische Nachwirkung nicht berücksichtigt, zu kleine Resultate. Wenn aber die elastische Nachwirkung nicht bloss eine begleitende Erscheinung der Verschiebungen ist, ihr vielmehr ein ganz selbständiger Vorgang zu Grunde liegt, so erscheint es in Anbetracht der dermaligen wissenschaftlichen Verwendung des E — M angezeigt, dies bei ihm zahlenmässig zu Ausdruck zu bringen, und sich mit der bisherigen ersten Annäherung nicht zu begnügen.

§ 45. Darnach kann also der longitudinale E — M richtig nur so bestimmt werden, dass er einem gewissen Zustande des Drahtes entspricht, der bei konstanter Temperatur von der Grösse der ständigen Belastung π_1 und deren Dauer ϑ abhängt. Nach den hier bisher gebrauchten Bezeichnungen ist $\frac{\pi_2}{\lambda}$ der E — M nachdem der Draht durch fortgesetzte Deformation in einen während dieser stationären Elastizitätszustand übergeführt worden ist. Der Wert $\frac{\pi_2}{\delta}$ ist der longitudinale E — M **vor** der Deformation, also mit Ausschluss der von dieser erzeugten elastischen Nachwirkung.

§ 46. Es kann also eigentlich nur von einem mittleren E — M einer Substanz bei einer bestimmten Temperatur gesprochen werden. Denn die Abweichungen des Ergebnisses bei Untersuchung des E — M mit verschiedenen Individuen derselben Substanz rühren sicher zum Teil von einer bestehenden wirklichen Verschiedenheit des Wertes des E — M her. Es frägt sich somit, ob auf dem von mir ein-

geschlagenen Wege auch eine Vergleichung des E—M verschiedener Individuen derselben Substanz möglich ist. Ich möchte diese Frage jetzt schon bejahen, glaube aber, dass noch einige Punkte durch das Experiment sicher zu stellen sein werden. Unterwirft man nämlich einen Draht öfter der hier angewendeten Deformationsart mit der gleichen Belastung π_2 jedoch unter Anwendung von successive steigenden beständigen Anfangsbelastungen π_1, so zeigt sich, dass im allgemeinen λ mit wachsendem π_1 immer kleiner wird, aber sich einer Grenze nähert. Ich verweise hier auf die Versuche mit Platin Nr. II (Tab. IIb, N. IV bis N. IX), Eisen Nr. III (Tab. IVb, N. I bis N. IV), Messing (Tab. VII N. I bis N. V), Fischbein (Tab. IX, N. I bis N. IV). Anfänglich war ich geneigt, diese Erscheinung Zufälligkeiten besonders in der Beschaffenheit des untersuchten Drahtes, wie etwa vorhandener Buckel etc., zuzuschreiben, die ja obige Erscheinung hervorbringen könnten. Diesen Zweifel musste ich jedoch fallen lassen, nachdem sich die gleiche Wirkung einer successiven Erhöhung von π_1 bei verschiedenen Substanzen, sowie Individuen der nämlichen Substanz einstellte, und überdies irgendwie verdächtige Drahtexemplare nicht in Verwendung kamen. Wenn man sonach einen Draht successive in diesen Grenzzustand überführt, so wäre es vielleicht möglich, diesen als Ausgangspunkt für Vergleichungen gebrauchen zu können. Es bleibt aber noch festzustellen vor einer Entscheidung in dieser Frage, ob der Grenzzustand, von der Art des Ueberganges von kleineren zu grösseren Anfangsbelastungen abhängt oder nicht.

§ 47. Hinterher musste ich freilich manchmal einsehen, dass die Anordnung der Versuche noch zweckentsprechender hätte sein können. Man wird dies aber leicht begreiflich finden, wenn erwogen wird, dass wegen Mangels ähnlicher Untersuchungen ich häufig lediglich auf Vermutungen angewiesen war. Trotz alledem dürfte es den vorliegenden Re-

sultaten an überzeugender Kraft selten gänzlich gebrechen, wenn man die stoffliche Verschiedenheit des untersuchten Materials in Anschlag bringt.

XI. Die hauptsächlichsten Resultate.

§ 48. Bei Aufstellung der Sätze schwebt mir der Gedanke vor, dass die Deformation, wie es hier in der Regel geschah, mit einer Belastungszunahme beginnt, indes dieselben Sätze auch für mit einer Belastungsabnahme beginnende Versuche in analoger Weise gelten.

1) Ist ein Draht der Art gespannt, dass die Grösse der Spannung gleichmässig ununterbrochen zwischen den Grenzen π_1 und $\pi_1 + \pi_2$ variiert, so ist diese Deformation von einer Aenderung des longitudinalen Elastizitätsmoduls begleitet, und zwar nimmt er ab, wenn die der Deformation vorhergehende, einige Zeit (ϑ) konstante Spannung π_1 und nimmt zu, wenn letztere $\pi_1 + \pi_2$ war.

2) Die so bewirkte Veränderung des E — M ist nur eine vorübergehende, so dass sich nach dem Aufhören der Deformation der E — M wieder dem der Grösse der Anfangsspannung π_1 oder $\pi_1 + \pi_2$ entsprechenden Werte nähert, wenn die Zahl der Verlängerungen und Verkürzungen zusammen 2 m beträgt.

3) Der E — M nähert sich bei dieser Deformationsweise einer festen Grenze (λ), die bei jedem Metall oder jeder Metalllegierung von der Zeit der Dehnung und Verkürzung unabhängig zu sein scheint, jedoch bestimmt von der Anfangsbelastung (π_1) abhängig ist.

4) Die Annäherung des Wertes des E — M an jenen, welcher vor der Deformation stattgefunden hat, ist eine Funktion der Zeit.

5) Wird die Anfangsbelastung π_1 eines Drahtes von einer Versuchsgruppe zur anderen erhöht, so vergrössert sich der durch die Deformation erreichte Grenzwert (λ) des E — M

und nähert sich dabei alsbald selbst einer Grenze. Mit einer successiven Verminderung der Anfangsbelastung ist auch eine Abnahme des E — M verbunden.

6) Wenn unmittelbar nach dem Aufhören einer Deformation die Anfangsbelastung π_1 vergrössert wird, so ist die Hebung (ϱ) des E — M während des Wirkens dieser vergrösserten Anfangsbelastung (π_1) grösser als sie in gleicher Zeit (ϑ) unter unveränderter Anfangsspannung gewesen wäre. Das Umgekehrte ist bei einer Verminderung der Anfangsbelastung (π_1) in analoger Weise der Fall.

7) Alle Erscheinungen deuten darauf hin, dass während einer Verlängerung eine Verminderung, während der unmittelbar darauffolgenden Verkürzung wieder eine, jedoch schwächere Erhöhung des E — M stattfindet und von Verschiebung zu Verschiebung die Differenz der Verminderung und Erhöhung des E — M sich mehr der Null nähert.

8) Alle hier auftretenden Erscheinungen lassen sich vermittelst der Weber-Kohlrausch'schen Hypothese über den physikalischen Vorgang bei der elastischen Nachwirkung erklären, wenn man die von F. Braun konstatierte Thatsache, wornach eine Verschiebung auf die Drehung der Moleküle einwirken kann, in Betracht zieht.

9) Als ein wichtiges Ergebnis dieser Untersuchung muss ich besonders hervorheben, dass die Grösse der Anfangsbelastung zum Geradehalten des Drahtes von wesentlichem Einfluss auf den E — M ist, ein Umstand, der bei dem üblichen Verfahren zur Bestimmung des longitudinalen E — M bisher nicht berücksichtigt wird.

10) Endlich geht, wie auch anderwärts schon hervorgehoben worden ist — F. Kohlrausch — aus den hier dargelegten Thatsachen hervor, dass dem longitudinalen E — M nur dann eine bestimmte Deutung beigelegt werden kann, wenn man ihn auf einen bestimmten Zustand des Körpers bezieht, d. h. wenn bei der Bestimmung desselben die je-

weils bestehende Nachwirkung berücksichtigt wird. Das hier eingeschlagene Verfahren zur Bestimmung dieses Moduls gestattet eine Berücksichtigung der elastischen Nachwirkung und entspricht somit mehr seiner Definition, wodurch auch sein Wert für wissenschaftliche Zwecke erhöht wird. Denn so schätzbar auch die einschlägigen, eingehenden Untersuchungen von Wertheim[1]) sind, so ist doch die Zuverlässigkeit seiner Wertangaben hinsichtlich des longitudinalen E — M in Anbetracht der Forschungsresultate über elastische Nachwirkung für rein wissenschaftliche Zwecke etwas herabgedrückt und die Aufnahme einer Untersuchung mit Berücksichtigung der elastischen Nachwirkung nach dem von mir eingeschlagenen Verfahren, wie ich glaube, angezeigt.

11) Das hier angewendete Verfahren gestattet es, den longitudinalen Elastizitätsmodul vor dessen Veränderung durch die Dehnungen und Verkürzungen und nach derselben, also mit Berücksichtigung der elastischen Nachwirkung zu bestimmen.

Vor der Veränderung ist der Elastizitätsmodul:

$$E_0 = \gamma \cdot \frac{\pi_2}{\delta}$$

Nach der Veränderung ist der Elastizitätsmodul:

$$E = \gamma \cdot \frac{\pi_2}{\lambda}.$$

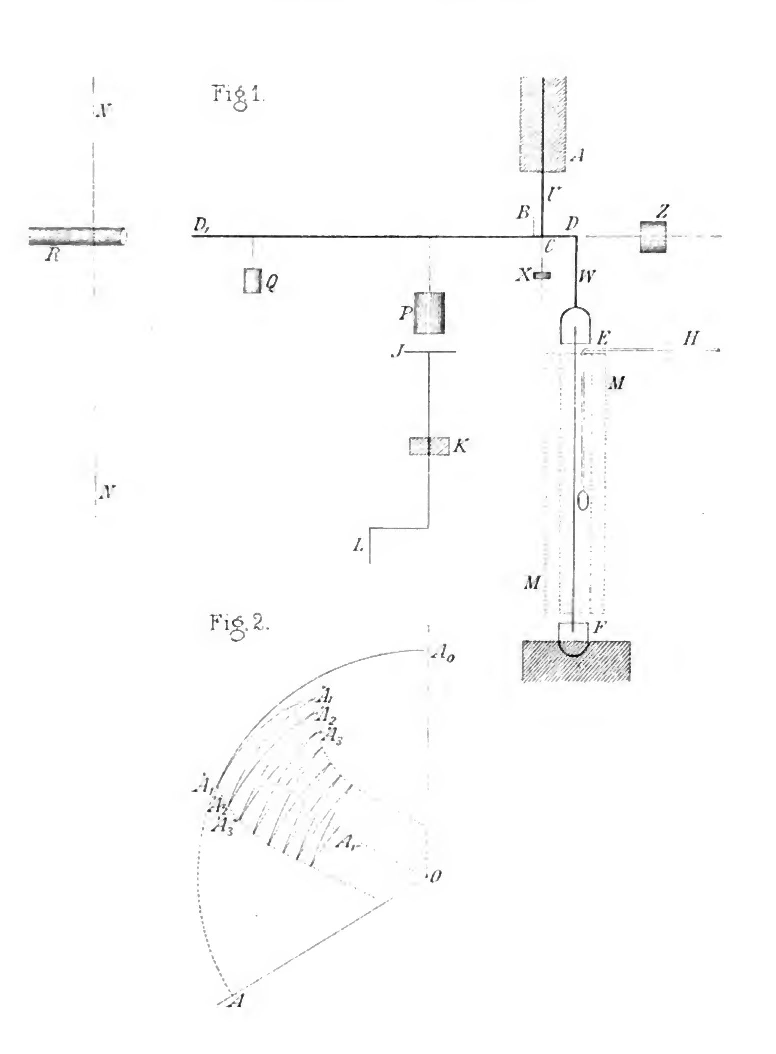
Die Veränderung des Elastizitätsmoduls beträgt:

$$E_0 - E = \varDelta E_0 = \gamma \pi_2 \left(\frac{1}{\delta} - \frac{1}{\lambda}\right) = \gamma \cdot \frac{\pi_2}{\delta} \cdot \frac{\varrho}{\delta + \varrho} = \frac{1}{1 + \frac{\delta}{\varrho}} \cdot E_0$$

Die in den Tabellen aufgeführten Zahlen δ und ϱ zeigen, dass die Veränderungen $\varDelta E_0$ verhältnismässig hohe Beträge erreichen können.

1) Wertheim, Poggendorff's Annalen, Ergänzungsbd. II. Jahrg. 1848.

Zu A. Miller's Abhandlung



Herr W. von Beetz legte vor und besprach eine Abhandlung:

„Ueber die electrische Leitungsfähigkeit der Mischungen von Wasser und Alkohol.“ Von Emanuel Pfeiffer.

(Mit 3 Tafeln.)

Eine seit mehreren Monaten in Gang befindliche Experimentaluntersuchung, bei der ich mich mit der Ermittelung der electrischen Leitungsfähigkeiten von sehr schlecht leitenden Electrolyten zu befassen habe, veranlasste mich zur Construction eines Widerstandsgefässes von möglichst kleiner Widerstandscapacität. Der Grund hiezu liegt in dem Umstande, dass ich mich bei den Widerstandsmessungen der bekannten Kohlrausch'schen Messmethode mit alternierenden Strömen bediente, bei der in der Brücke ein Electrodynamometer eingeschaltet ist. Da sich letzteres bekanntlich an Empfindlichkeit mit den Galvanometern nicht messen kann, so tritt bei Messung grösserer Widerstände der Uebelstand ein, dass dieselbe nicht mehr mit der nötigen Schärfe ausgeführt werden kann. Die folglich wünschenswerte Verkleinerung der zu ermittelnden Widerstände erreicht man durch Vergrösserung der Capacität des Widerstandsgefässes.

Das von mir benützte Widerstandsgefäss war in folgender Weise construiert (Fig. 1): Ich nahm zwei Glasröhren von

circa 3^{cm} und $3{,}6^{cm}$ äusserer Weite. Das engere Rohr wurde auf eine Länge von 13^{cm} auf der Aussenseite mit einem Platinblech umhüllt und letzteres durch 3 Platindrähte so fest auf die Röhre gebunden, dass eine Verschiebung oder Durchbiegung des Bleches nicht mehr möglich war. Das weitere Rohr wurde im Innern ebenfalls auf eine Länge von 13^{cm} mit einem Platinblech ausgekleidet. Um auch bei ihm eine etwaige Deformation oder Verschiebung unmöglich zu machen, wurde der Durchmesser des Platincylinders dem innern Durchmesser der Glasröhre so genau als möglich gleich gemacht und dann die zusammenstossenden Seitenkanten des Bleches in der Mitte und an beiden Enden mit Silber gelöthet. Sodann wurden die beiden Glasröhren so in einander gesteckt, dass die äussere Platinbelegung P_1 der innern Röhre R_1 und die innere Belegung P der äussern Röhre R einander genau als concentrische Cylinderflächen gegenüberstanden. Die weitere Fertigstellung des Gefässes verdanke ich der Geschicklichkeit des hiesigen Glasbläsers, Herrn Greiner. Die Röhre R_1 wurde oben geschlossen und unten mit der Röhre R zusammengeschmolzen und eine hier nach unten angesetzte kurze Glasröhre in den schweren Messingfuss F eingekittet, um dem so über 30^{cm} hohen, schlanken Widerstandsgefäss die nötige Stabilität zu verschaffen. Die Glasröhre R wurde oben zu einem engeren Hals zusammengezogen und in diesen ein hohler Glasstöpsel G eingeschliffen. Eine kleine Glasglocke H wurde in der aus der Figur ersichtlichen Weise über das geschlossene Gefäss gestülpt, um Staub und andere Verunreinigungen fernzuhalten, die bekanntlich bei manchen schlechtleitenden Electrolyten sehr störend wirken. Die Stromzuleitung geschah durch die eingeschmolzenen Platindrähte D und D_1, welche oberhalb der Einschmelzstelle durch ein Gummiband B straff an die Röhre gedrückt wurden, um erstere zu schützen.

Ich gehe über zur Bestimmung der Widerstandscapacität

des eben beschriebenen Gefässes. Unter den von Kohlrausch[1]) empfohlenen, zur Aichung von Gefässen besonders geeigneten Electrolyten wäre wohl Essigsäure wegen ihres grossen specifischen Leitungswiderstandes am vorteilhaftesten gewesen. Weil ich aber dieselbe nicht in der wünschenswerten Reinheit besass, so wählte ich als Normallösungen Zinkvitriollösung vom specifischen Gewicht 1,285 und Bittersalz vom specifischen Gewicht 1,187 [2]). Mit diesen liess sich aber die Capacität obigen Gefässes nicht direct bestimmen, da in diesem die Widerstände zu gering gewesen wären, um sich genau ermitteln zu lassen. Der Widerstand der Normal-Zinkvitriollösung wäre z. B. in meinem Gefäss bei 18° ca. 0,07 Q. E.

Ich musste auf einem Umweg zum Ziele zu kommen suchen; dies geschah in folgender Weise: Es wurden zwei von Kohlrausch [3]) angegebene Widerstandsgefässe von grösserer und kleinerer Capacität in Anwendung gebracht. Die beiden Normallösungen wurden zunächst im ersten Gefäss untersucht; die Capacität desselben ergab sich

bei Zinkvitriollösung $k = 0{,}001114$
bei Bittersalzlösung $= 0{,}001106$,
also im Mittel $= 0{,}001110$.

Ich bemerke hierbei nebenher, dass ich vom Zinkvitriol zwei verschiedene Lösungen herstellte. Einmal wurde käuflicher, chemisch reiner Zinkvitriol einigemal umkrystallisiert und dann sofort zur Lösung verwendet, das andere Mal wurde er nach den Vorschriften von v. Beetz mit Zinkcarbonat gekocht und ebenfalls umkrystallisiert. Im letztern Fall erhielt ich für das grosse Gefäss die obige Capacität

0,001114,

im ersteren die Capacität

0,001110.

1) F. Kohlrausch, Wied. Ann. 6, p. 49, 1879.
2) l. c.
3) l. c. Tafel I, Fig. 2 und 3.

Der Unterschied zwischen beiden ist also fast unmerklich, was für die Reinheit der von mir angewandten Substanzen spricht. Der obige Mittelwert für die Capacität des grossen Gefässes wurde nun dazu verwandt, um die Leitungsfähigkeit einer nicht ganz reinen Essigsäure zu ermitteln; dieselbe war bei 16°:

$$\lambda_{16} = 0,0000001552$$

und bei einem späteren Versuche

$$\lambda_{16} = 0,0000001555.$$

Mit Hülfe dieser nun bekannten Leitungsfähigkeit der Essigsäurelösung wurde die Capacität des zweiten, kleineren Gefässes bestimmt und ergab

$$k_1 = 0,00001603.$$

In diesem Gefäss liess sich nun ein noch schlechter leitender Electrolyt, eine ganz verdünnte Kochsalzlösung untersuchen von der Leitungsfähigkeit

$$\lambda_{16} = 87,71 \times 10^{-10}.$$

Diese Lösung nun wurde zur Ermittelung der Capacität meines Gefässes angewandt, für das ich bei zwei verschiedenen Versuchen fand

$$\begin{aligned} k_2 &= 0,0000003305 \text{ und} \\ &= 0,0000003302, \text{ im Mittel} \\ &= 0,0000003303. \end{aligned}$$

Diese Capacität wurde ein für alle Mal mit 10^{-10} multipliciert und sind also auch alle in Zukunft anzuführenden Leitungsfähigkeiten in diesem Verhältnis vergrössert.

Bevor ich zur Angabe der von mir erlangten Resultate gehe, muss ich noch einige Bemerkungen vorausschicken. Die Widerstandsbestimmungen wurden, wie ich bereits eingangs erwähnte, nach der Kohlrausch'schen Methode durchgeführt. Ich hatte ebenso wie bei einer früher in diesen

Berichten [1]) erschienenen Abhandlung einen Sinusinductor [2]) und ein Dynamometer [3]), beide von Kohlrausch construiert, in Verwendung. Die Widerstände wurden wie dort mit einer grossen Siemens'schen Brücke bestimmt.

Da ich vielfach mit reinem Wasser zu thun hatte, so wurden die Bleche meines Widerstandsgefässes nicht platiniert, da die Platinierung die Reinhaltung der Electroden erschwert, um so mehr, als bei der beträchtlichen Grösse meiner Electroden die Möglichkeit der Unmerkbarmachung der Polarisation auch ohne dieses Hülfsmittel vorauszusehen war. In wie weit dies eintraf, illustriere ich am besten durch die nachfolgende kleine Tabelle, in der in der ersten Reihe verschiedene Tourenzahlen des Inductors, in der zweiten die mit denselben gefundenen Widerstände einer Mischung von Alkohol und Wasser, mit einem Alkoholgehalt von ca. 88 Gewichtsprocent bei genau constanter Temperatur aufgeführt werden:

Tabelle I.

Tourenzahl pro Sec.	Widerstand in Q. E.
90	1164,0
103	1163,5
110	1163,4

Bei einer Tourenzahl über 100 sind also die Widerstände von derselben unabhängig, welche Zahl bei meinen Versuchen immer beträchtlich überschritten war.

Bei der bekannten starken Beeinflussung der Leitungsfähigkeit des Wassers durch minimale Verunreinigungen,

1) Pfeiffer, Sitzber. d. k. b. Akad. d. W. 1884. Heft II, p. 293.
2) F. Kohlrausch, Pogg. Ann. Jubelbd., p. 292, 1874.
3) F. Kohlrausch, Wied. Ann. 15, p. 556, 1882.

die sich auch bei den Mischungen von Wasser und Alkohol zeigte, musste ich Vorkehrungen treffen, die mir Gewissheit gaben, dass sich während der einige Wochen dauernden Versuche die Leitungsfähigkeiten der Bestandteile, aus denen die Mischungen bereitet wurden, nicht merklich geändert habe. Dies geschah, indem Wasser und Alkohol in Gefässen verwendet wurden, in denen sie seit Jahren nur im reinsten Zustand aufbewahrt worden waren. Ich hatte mich durch lange Versuchsreihen überzeugt, dass durch die Aufbewahrung an sich, sowie durch die Manipulationen des Umgiessens u. s. w. die Leitungsfähigkeiten nicht alterirt wurden.

Bei Durchsicht der Literatur fand ich nur einzelne auf mein Thema bezügliche Angaben.

Zunächst erwähne ich eine Stelle einer Abhandlung Herwigs [1]), in der er gelegentlich die Leitungsfähigkeit von Wasser, Alkohol und zwei Gemischen aus beiden untersucht, aber zu grosse Zahlen erhält.

Saïd Effendi [2]) schätzte sehr approximativ das Verhältnis der Leitungsfähigkeit des Alkohols zu der des Wassers und fand für dasselbe den Wert 0,0049.

Nach einer andern Methode findet Oberbeck [3]) für dieses Verhältnis die Zahl 0,14.

Kohlrausch hat nun in seiner Arbeit „über die electrische Leitungsfähigkeit des Wassers und einiger anderer schlechter Leiter" [4]) einiges Licht in diese widersprechenden Angaben gebracht. Er fand für absoluten Alkohol die Leitungsfähigkeiten 0,3 bis 0,5, für käuflichen absoluten Alkohol 1,8 bis 2,0, was mit den von mir erhaltenen Zahlen, wie aus den späteren Tabellen ersichtlich, gut übereinstimmt. Weiter fand er, dass das Leitungsvermögen von Wasser durch geringen

1) Herwig, Pogg. Ann. 159, p. 65, 1876.
2) Saïd Effendi, C. R. 68, p. 1565, 1869.
3) Oberbeck, Pogg. Ann. 155, p. 601, 1875.
4) Kohlrausch, Pogg. Ann. Ergzbd. VIII, p. 12, 1876.

Alkoholzusatz sich von 5,2 auf 5,6 erhöhte, sprach jedoch die Möglichkeit aus, dass die Erhöhung auch von Neben-Umständen herrühren könne. In der That stimmt die Beobachtung qualitativ mit den meinigen überein.

Wenn ich nun zur Darstellung meiner Resultate übergehe, so muss ich zunächst auf die Herstellung und Bestimmung der Mischungen eingehen. Unter Procentgehalt ist in Zukunft immer der Gehalt in Gewichtsprocenten verstanden. Der Gehalt der Lösungen an Alkohol wurde aus dem spezifischen Gewicht derselben mit Hilfe der Tabellen von Mendelejeff [1]) bestimmt. Die Ermittelung der specifischen Gewichte geschah mittelst eines Pyknometers. Die obenerwähnten Tabellen enthalten das specifische Gewicht der Lösungen bei 15° bezogen auf Wasser von 15° als Einheit. Auf obige Temperatur musste ich meine Wägungen beziehen. Da letztere immer bei nahe 15° ausgeführt wurden, so genügte mir eine annähernde Kenntnis der kubischen Ausdehnung der Lösungen zur Bestimmung der kleinen Correctionsgrösse. Sie wurde ebenfalls aus den Landolt'schen Tabellen [2]) entnommen, indem aus den Zahlen Recknagels eine Curve über den Verlauf des Ausdehnungscoëfficienten in seiner Abhängigkeit vom Procentgehalt construiert wurde.

Die in den nachfolgenden Tabellen enthaltenen Zahlen für die Leitungsfähigkeit sind aus 2 getrennten Versuchsreihen combiniert; indem einmal von Wasser zu höheren Gehalten aufwärts, das andere Mal vom absoluten Alkohol zu geringeren Gehalten vorgeschritten wurde. Unter absolutem Alkohol verstehe ich den Alkohol, wie wir ihn als völlig rein aus der chemischen Fabrik von Perutz dahier beziehen. Eine specifische Gewichtsbestimmung ergab den Gehalt desselben an Alkohol in Gewichtsprocenten zu 99,28 %. Die

---

1) Landolt u. Börnstein, phys. chem. Tab. p. 151.

2) l. c. p. 63.

Leitungsfähigkeit bei 15° war circa 2,4, während Kohlrausch wohl auch bei Zimmertemperatur 1,8 bis 2,0 findet. Wie ein Blick auf die später zu beschreibenden Figuren zeigt, fällt die Curve der Leitungsfähigkeit mit abnehmendem Wassergehalt rapid ab und ist also die Differenz durch einen geringen Unterschied der beiden Alkohole im Wassergehalt leicht zu erklären. Da ferner Kohlrausch die Leitungsfähigkeit des wasserfreien Alkohols zu 0,3 — 0,5 fand, so konnte ich auf die weitere Verfolgung der ganz concentrirten Lösungen verzichten und nehme obigen 99,28 °/o Alkohol als Ausgangspunkt für die verdünnteren Lösungen.

In der folgenden Tabelle No. 2 sind die direct erhaltenen Beobachtungsresultate zusammengestellt. Die Columne Δ enthält die specifischen Gewichte der Lösungen bei 15° bezogen auf Wasser von 15°, die Columne p die Gewichtsprocente, die Columne λ die Leitungsfähigkeiten bei der niedrigeren Temperatur t, die λ_1 dasselbe bei der höheren Temperatur t_1.

Tabelle II.

Δ	p	λ	t	λ_1	t_1
1	0	1,355	0,66	1,975	13,62
0,99605	2,14	1,376	0,46	2,077	14,54
0,99082	5,24	1,400	0,64	2,195	14,40
0,98598	8,50	1,385	0,74	2,174	14,15
0,97895	13,96	1,332	0,78	1,991	11,46
0,96838	22,60	1,190	0,80	2,175	15,84
0,96302	26,52	1,160	0,59	1,940	12,84
0,95582	31,19	1,152	0,63	2,222	16,36
0,92873	45,38	1,256	0,72	2,045	12,61
0,91320	52,49	1,373	0,91	2,410	15,60
0,89102	62,20	1,515	0,53	2,542	15,43
0,89078	62,31	1,579	0,80	2,556	14,82
0,87308	69,85	1,727	0,85	2,724	15,46
0,86526	73,12	1,763	0,67	2,792	15,85

Δ	p	λ	t	λ_1	t_1
0,85572	77,09	1,938	0,93	2,591	11,13
0,84039	83,37	2,039	0,72	2,920	16,12
0,82945	87,59	2,004	0,73	2,760	14,64
0,81831	91,78	1,965	0,84	2,662	14,74
0,80660	95,94	1,966	1,20	2,574	14,82
0,79656	99,28	1,897	1,03	2,419	15,22

Für die meisten obigen Lösungen hatte ich auch noch die Leitungsfähigkeiten für zwei oder drei Zwischentemperaturen bestimmt und es wurde dabei constatiert, dass die Leitungsfähigkeit nicht genau dem Temperaturzuwachs proportional ist.

Durch folgende Gleichungen wurde dann die Abhängigkeit der Leitungsfähigkeit von der Temperatur ermittelt.

$$\lambda_t = \lambda_0 (1 + \alpha t + \beta t^2)$$
$$\lambda_{t_1} = \lambda_0 (1 + \alpha t_1 + \beta t_1^2)$$

Hier sind o, t und t_1 die Temperaturen der Lösungen, λ_0, λ_t und λ_{t_1} die zugehörigen Leitungsfähigkeiten. Hieraus wurden jedes Mal die Coëfficienten α und β ermittelt. Weitere beobachtete Leitungsvermögen stimmten mit den hieraus berechneten meist sehr gut überein, wie folgendes Beispiel zeigen möge.

Für den Procentgehalt 91,78% fand sich:

$$t = 7,53 \quad \lambda_t = 2,300$$
$$t_1 = 14,74 \quad \lambda_{t_1} = 2,662.$$

In der Nähe von 0° war gefunden $\lambda_{0,84} = 1,965$ und hieraus durch lineare Interpolation mit λ_t

$\lambda_0 = 1,925$; daraus ergab sich
$\alpha = 0,02380$
$\beta = 0,000149.$

Eine weitere Leitungsfähigkeit ergab sich direct als

$$\lambda_{10,94} = 2,462, \text{ berechnet} = 2,461.$$

Ich habe die Zahlen für die Mitteltemperaturen und die Werte von α und β nicht angegeben, sondern später die Temperaturcoëfficienten nur mit Hilfe der zwei äussersten angegebenen Temperaturen linear berechnet. Der Coëfficient β zeigt wohl wegen seiner Kleinheit und der daraus entspringenden Ungenauigkeit so starke Schwankungen, dass keine Gesetzmässigkeit zu erkennen war. Nur so viel will ich erwähnen: Derselbe ist für mein reines Wasser negativ, geht dann bei ganz schwachem Alkoholgehalt durch o hindurch und ist für alle beobachteten Lösungen positiv. Während also die Leitungsfähigkeit meines reinen Wassers langsamer als der Proportionalität mit der Temperaturzunahme entspräche, anwächst, findet bei sämmtlichen alkoholischen Lösungen ein beschleunigtes Wachstum statt.

Aus obiger Tabelle wurden nun die Leitungsfähigkeiten für genau 0° und 15° berechnet. Dies geschah, wenn die beobachteten Temperaturen nicht zu weit von 0° und 15° ablagen, durch lineare Interpolation, bei grösseren Intervallen wurden die Coëfficienten α und β zur Berechnung herangezogen. In der Tabelle III, in welcher die Columne p wieder die Procentgehalte bezeichnet, sind die Ergebnisse zusammengestellt. Die Columne $\Delta\lambda$ enthält die mittlere Zunahme des Leitungsvermögens pro Grad innerhalb der beobachteten Grenzen. In der Columne α ist der Temperaturcoëfficient enthalten, wie er aus den zwei Grenztemperaturen t° und 0° durch die Gleichung folgt:

$$\lambda_t = \lambda_0 (1 + \alpha_0 t).$$

α_0 ist also die mittlere Zunahme der Leitungsfähigkeit pro Grad zwischen 0° und 15° dividiert durch λ_0.

Tabelle III.

p	λ_0	λ_{15}	$\Delta\lambda$	α_0
0	1,323	2,025	0,0478	0,0361
2,14	1,352	2,100	0,0499	0,0369
5,24	1,363	2,230	0,0577	0,0423
8,50	1,341	2,224	0,0588	0,0438
13,96	1,284	2,209	0,0617	0,0481
22,60	1,138	2,120	0,0655	0,0576
26,52	1,122	2,078	0,0638	0,0569
31,19	1,109	2,129	0,0680	0,0613
45,38	1,208	2,224	0,0664	0,0550
52,49	1,309	2,368	0,0706	0,0539
62,20	1,478	2,512	0,0689	0,0466
62,31	1,523	2,568	0,0697	0,0475
69,85	1,669	2,692	0,0682	0,0409
73,12	1,718	2,734	0,0678	0,0395
77,09	1,879	2,839	0,0640	0,0341
83,37	1,998	2,856	0,0572	0,0286
87,59	1,964	2,779	0,0543	0,0276
91,78	1,923	2,675	0,0501	0,0261
95,94	1,914	2,582	0,0446	0,0233
99,28	1,859	2,411	0,0368	0,0198

In Figur 2 sind auf grund dieser Tabelle zwei Curven construiert, die die Leitungsfähigkeiten λ_0 und λ_{15} als Function des Alkoholgehaltes der Lösung darstellen. Dieselben haben den gleichen eigentümlichen Verlauf, dass sie zwei Maxima und ein Minimum besitzen. In Figur 3 ist ebenso die Abhängigkeit des Temperaturcoëfficienten α_0 vom Alkoholgehalt graphisch dargestellt. Letztere Curve zeigt im Gegensatz zu den beiden ersten eine grosse Einfachheit, indem sie in der Nähe von 30% ein Maximum hat, das mit dem Minimum der beiden Curven für die Leitungsfähigkeit zusammenzufallen scheint. — Dieselbe Coincidenz des Minimums der

Leitungsfähigkeit mit dem Maximum des Temperaturcoëfficienten fand auch F. Kohlrausch[1]) für Schwefelsäure.

Zum Zwecke der weiteren Discussion der vorliegenden Thatsachen möchte ich vorausschicken, dass in neuerer Zeit bekanntlich vielfach die electrische Leitungsfähigkeit mit der Reibung in Beziehung gebracht worden ist, welche bei der durch den Strom hervorgebrachten gegenseitigen Verschiebung der Teile des Electrolyten auftritt. Von G. Wiedemann[2]) wurde zuerst eine derartige Beziehung aufgestellt. Für einige wässerige Salzlösungen fand er innerhalb gewisser Grenzen die Beziehung bestätigt, dass die Leitungsfähigkeit dem Salzgehalt der Lösung p direct und dem Reibungscoëfficienten η verkehrt proportional ist. Später hat sich insbesondere Grotrian[3]) mit dem Zusammenhang zwischen Leitungsfähigkeit und Reibungscoëfficienten befasst und namentlich die Analogie zwischen dem Verlauf der Temperaturcoëfficienten beider Grössen gezeigt. Kohlrausch[4]) wies auf die Wichtigkeit der verdünnten Lösungen hin, bei denen sich die mechanischen Vorgänge am einfachsten und übersichtlichsten gestalten. Schliesslich möchte ich noch der Arbeit von C. Stephan[5]) Erwähnung thun, der eine Reihe verdünnter Salzlösungen hinsichtlich obiger zwei Grössen untersucht und dabei als Lösungsmittel Mischungen aus Wasser und Alkohol benützt. Er findet folgende Beziehung: Wenn er Leitungsfähigkeit und Reibungscoëfficient einer verdünnten alkoholisch-wässerigen Lösung bei constanter Temperatur mit λ und η, die gleichen Grössen für die wässerige

---

1) F. Kohlrausch, Sitzber. d. k. b. Akad. d. W. 1875, p. 294.

2) G. Wiedemann, Pogg. Ann. 99, p. 228, 1856.

3) Grotrian, Pogg. Ann. 157, p. 130, 237, 1876 und Pogg. Ann. 160, p. 238, 1877.

4) F. Kohlrausch, Wied. Ann. 6, p. 151, 1879.

5) C. Stephan, Wied. Ann. 17, p. 673, 1882.

Lösung mit $\varLambda$ und H bezeichnet, dann nähert sich der Ausdruck

$$q = \frac{\varLambda H}{\lambda \cdot \eta}$$

mit zunehmender Verdünnung einer Constanten, die von dem gelösten Salz unabhängig ist und nur in Beziehung steht zum Alkoholgehalt der Lösung. Die Constante q ist bis zum Maximum der inneren Reibung (bei 46 Gewichtsprocenten) der Mischungen von Wasser und Alkohol sehr nahe $= 1$; wird dann mit zunehmendem Alkoholgehalt grösser und grösser. Bei den wasserreicheren Lösungen bis herauf zum Gehalt maximaler, innerer Reibung ist also:

$$\text{1)} \qquad \lambda = \frac{c}{\eta}$$

oder: bei constanter Temperatur sind unter obiger Bedingung Leitungsfähigkeit und Reibungscoëfficient einander verkehrt proportional. Diese Gleichung möchte ich nun auf den mir vorliegenden Fall anwenden.

Es ist bekannt, dass die Leitungsfähigkeit sehr reinen Wassers der in demselben enthaltenen Verunreinigung nahe proportional ist. Unter Verunreinigung verstehe ich etwa die Zahl der in 100 gr Wasser enthaltenen, electrolysirbaren Moleküle und bezeichne sie mit a. Falls obige Proportionalität genau stattfindet, ist Wasser ein Isolator, was wohl ziemlich viel Wahrscheinlichkeit hat. Ich will nun für einen Augenblick annehmen, dass auch die Mischungen von Wasser und Alkohol Isolatoren sind und dass auch hier die Leitungsfähigkeit proportional der Verunreinigung zunimmt, was sich bei meinen Versuchen bestätigte. Dann kann ich den obigen Satz, der sich auf den Fall verdünnter Lösungen bezieht, auch bei meinen Lösungen annehmen. Bezeichne ich analog der Bedeutung der Zahl a für reines Wasser mit b die Verunreinigung des von mir angewandten Alkohols, dann ist

die Verunreinigung einer Mischung von p Gewichtsprocent Alkohol

$$= \frac{a\,(100 - p)}{100} + \frac{b \cdot p}{100} = a + p \cdot \frac{b - a}{100}$$

Dieser Ausdruck ist der obigen Beziehung 1) noch als Factor hinzuzufügen, um auch der Grösse der Verunreinigung Rechnung zu tragen.

Dann erhalte ich

$$\lambda = \frac{c_1\,(1 + c_2\,p)}{\eta} \text{ oder}$$

$$\lambda \cdot \eta = c_1\,(1 + c_2\,p)$$

Mit Worten: Falls obige Annahmen richtig sind, dann muss, wenn ich für eine Reihe von Mischungen die Producte $\lambda \cdot \eta$ bei constanter Temperatur bilde und dieselben in ein Coordinatennetz als Ordinaten mit p als Abscissen eintrage, innerhalb der Gehalte 0^0 und $46^0/_0$ eine Gerade entstehen. Die Möglichkeit, diese Curve zu construieren, liegt nun in der That für die Temperatur 10^0 vor, für welche Poisenille[1]) die Reibungscoëfficienten einer Anzahl Mischungen von Wasser und Alkohol bestimmt hat. Der Gang der Reibungscoëfficienten ist ein einfacher: bei $46^0/_0$ Gewichtsprocent, dem Maximum der Contraction, tritt auch ein Maximum der inneren Reibung ein, von hier aus nimmt dieselbe nach geringeren und stärkeren Concentrationsgraden stetig ab. In Figur 3 ist die Curve mit der Bezeichnung $\lambda \cdot \eta$ gezeichnet, um zu zeigen, dass sie erheblich von einer Geraden abweicht.

Schon diese Thatsache deutet nun darauf hin, dass die Annahme, auf die wir bei obiger Betrachtung fussten, nicht richtig ist, nämlich, dass die Mischungen von Wasser und Alkohol Isolatoren sind.

Dass es in der That speciell die Mischung beider Flüssigkeiten ist, die die Leitungsfähigkeit modificiert, sieht

1) Poisenille, Pogg. Ann. 58, p. 437, 1843.

man deutlich, wenn man für die Alkohol-Gehalte, die den drei singulären Punkten der Leitungsfähigkeitscurve entsprechen, ausrechnet, in welchem Zahlenverhältnis die Wasser- und Alkoholmoleküle zu einander stehen. Für das erste Maximum lässt sich wegen der starken Verdünnung ein bestimmtes Zahlenverhältnis nicht angeben. Das Minimum fällt ungefähr auf 30%. Ziemlich genau auf die Stelle fällt der Gehalt einer Mischung aus 1 Molekül Alkohol und 6 Molekülen Wasser, nämlich auf 29,9 %. Noch auffallender ist das Zusammentreffen des zweiten Maximums mit einem einfachen molekularen Mischungsverhältnis. Zufällig fällt eine direct beobachtete Lösung von 83,4 mit dem Maximum der Leitungsfähigkeit zusammen und fast auf die gleiche Zahl, nämlich 83,6% fällt das einfache Mischungsverhältnis von 1 Molekül Wasser auf 2 Moleküle Alkohol. Besonders dieses letztere Zusammentreffen halte ich für bedeutsam, es weist mit ziemlicher Sicherheit auf die Thatsache hin, dass wir es bei den Mischungen von Wasser und Alkohol mit Hydratbildungen zu thun haben, also mit wirklichen chemischen Verbindungen, die teils eine grössere, teils eine kleinere Leitungsfähigkeit besitzen, als die Constituenten. Das Minimum der Leitungsfähigkeit λ_0 bei 30% liegt nämlich weit tiefer als die Leitungsfähigkeiten meines Wassers und meines Alkohols.

Dass wir es in vorliegendem Fall mit wesentlich andern Erscheinungen, als bei gewöhnlichen Electrolyten zu thun haben, ergibt sich aus folgendem, hieher gehörigem Umstande. Bei gewöhnlichen Electrolyten, etwa bei wässerigen Salzlösungen, welche Maxima des Leitungsvermögens bei bestimmtem Gehalte zeigen, rücken die Maxima mit wachsender Temperatur nach höheren Gehalten fort, in unserem Falle aber coincidieren die Maxima und Minima bei 0° und 15° ziemlich scharf und sind also an den speciellen Gehalt gebunden.

Ich will schliesslich noch einen Punkt berühren, nämlich den von Grotsian in seiner oben citirten Arbeit gefundenen Parallelismus zwischen dem Temperaturcoëfficienten der Fluidität (reciproker Wert des Reibungscoëfficienten) und Leitungsfähigkeit. Zu einem Vergleich stehen mir nur drei Zahlen aus der ebenfalls oben citierten Abhandlung von C. Stephan zur Verfügung. Ich stelle in folgender Tabelle dieselben mit den aus meinen Versuchen sich ergebenden Temperaturcoëfficienten derselben Lösungen zusammen.

Tabelle IV.

Procentgehalt	$\frac{\Delta f_{15}}{f_{10}}$	$\frac{\Delta \lambda_{15}}{\lambda_{10}}$
35,1	0,0408	0,0377
49,0	0,0403	0,0355
70,0	0,0380	0,0290

Man erkennt allerdings qualitativ einen Parallelismus in beiden Reihen und eine Uebereinstimmung in der Grössenordnung, allein zu einem genaueren Zusammenhalt beider Grössen wären ausführlichere Fluiditätsbestimmungen nötig.

Herr v. Bauernfeind trägt die Resultate einer Abhandlung des Herrn Karl Oertel, Assistenten der k. bayer. Gradmesssungs-Kommission vor:

„Astronomische Bestimmung der Polhöhe auf den Punkten Irschenberg, Höhensteig und Kampenwand.“

Dieselbe wird als selbständige akademische Schrift veröffentlicht werden.

Emanuel Pfeiffer.

Fig. I.

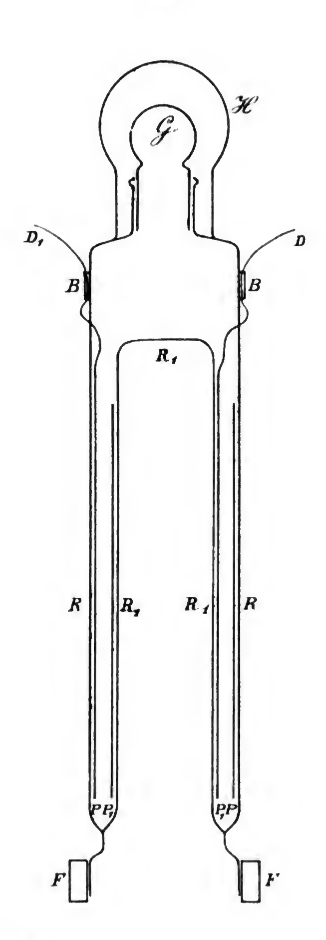
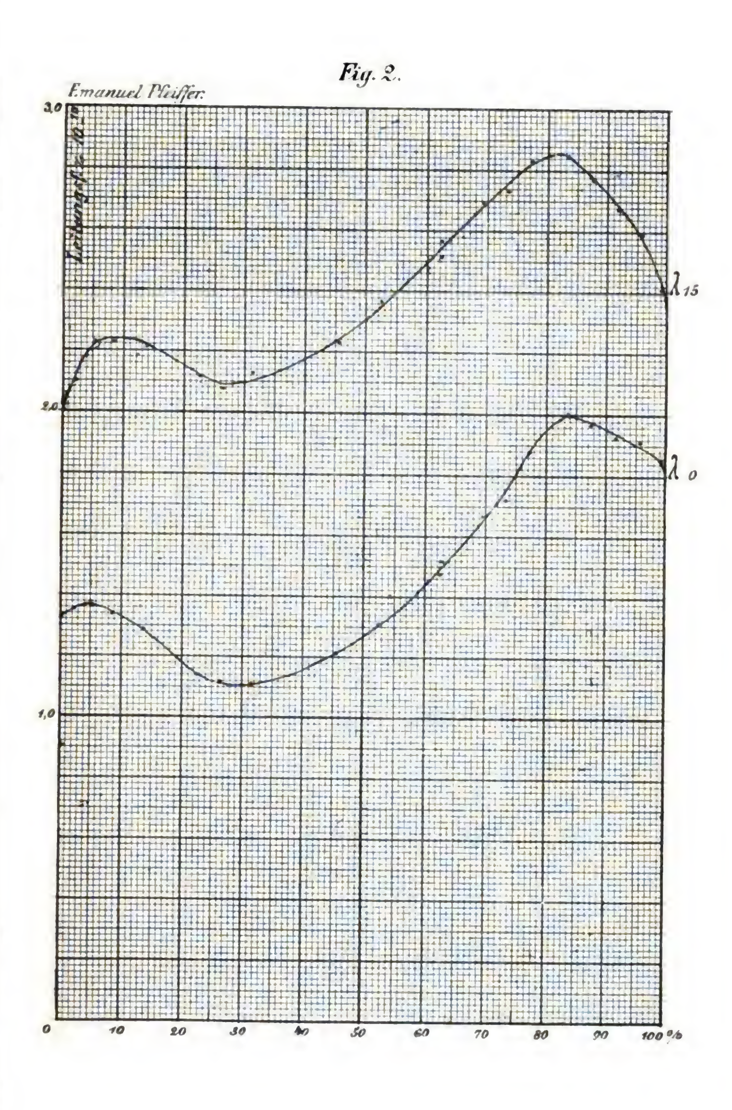


Fig. 2.



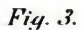


Fig. 3.

Emanuel Pfeiffer.

0,06
0,05
0,04
0,03
0,02
0,01

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 %

α_0

$\lambda - \eta$

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 7. März 1885.

Herr N. Rüdinger spricht:

1) „Ueber die Zunge von Spelerpes fuscus."

Wiedersheim machte zuerst darauf aufmerksam, dass die Zunge von Spelerpes fuscus an dem Boden des Maules nicht fixirt sei, sondern nach vorn in ähnlicher Weise umgelegt werden könne, wie bei den ungeschwänzten Batrachiern.

Da ich Gelegenheit hatte, das hochgradig phlegmatische Thier, welches 10—12 cm lang ist, einige Zeit lebend beobachten zu können, so stellte ich Messungen über die Verlängerungsfähigkeit der Zunge bei der Nahrungsaufnahme an und es ergab sich hiebei, dass eine Protraction der Zunge in der Länge von 5 cm stattfinden kann, eine Dehnung, welche annähernd der Hälfte der ganzen Länge des Thieres entspricht.

Die Nahrung wird bei dem sehr raschen Schleudern der Zunge an deren dorsaler Fläche angeklebt und nach vollständiger Retraction derselben verschluckt.

Die Fütterung der Thiere fand mit lebenden Fliegen statt. Der Salamander näherte sich äusserst selten der im Grase wandernden Fliege, sondern harrte bei der ruhigsten Haltung aus, bis die Fliege sich ihm auf die Entfernung von 4—5 cm genähert hatte und dann erst erfolgte die Protraction der Zunge, wobei fast nie eine Seitwärtsbewegung des Kopfes, wohl aber je nach Erforderniss eine zweckentsprechende Krümmung des Zungenstieles zu beobachten war.

Bei der anatomischen Untersuchung der Zunge, deren Resultate demnächst in einer ausführlichen Abhandlung veröffentlicht werden, ergab sich, dass das Hyoid, die Muskulatur und die Schleimhaut der Zunge alle Bedingungen besitzen, welche für die erwähnte eigenartige Funktion derselben erforderlich sind; allein die anatomischen Anordnungen der Zunge weichen wesentlich ab von jenen beim Chamaeleon, welches auch eine Protraction der Zunge in der Länge von annähernd 147 mm ausführen kann, und es besteht daher bezüglich der inneren Organisation der Zunge zwischen dem genannten Saurier und Spelerpes fuscus keinerlei Verwandtschaft. Aber ebenso wenig ist eine Uebereinstimmung in dem Bau der Zunge zwischen Spelerpes fuscus und unserem einheimischen gefleckten Salamander, welcher auch die Zunge nach vorn umlegen kann, vorhanden. Während nach den eingehenden Untersuchungen des Prinzen Ludwig Ferdinand Salamandra maculosa bezüglich des Verhaltens des Hyoids und der mit demselben in Beziehung stehenden Muskeln den einheimischen geschwänzten und ungeschwänzten Batrachiern sich nähert, nimmt Spelerpes fuscus, was den Bau seiner Zunge anlangt, eine isolirte Stellung ein.

2) „Ueber eine Drüse auf der Stirn- und Scheitelregion bei Antilopen."

Nach einer alten Jägersage sollen der Gemsbock und auch andere Antilopen auf der Scheitelhöhe eine „Drüse"

besitzen, welche bei diesen Thieren, insbesondere zur Zeit der Brunft, den penetranten specifischen Geruch veranlasse.

Als ich im letzten Winter durch die Güte des Herrn Dr. med. Becker in München den unversehrten Kopf eines Gemsbockes erhielt, untersuchte ich die Scheitelregion und es zeigten sich hier, zwischen dem Gehörn beginnend, zwei symmetrisch angeordnete, mehrmals gebogene Wülste, welche das Stirnbein theilweise und die ganze Parietalabtheilung des Scheitelbeines bedeckten und einen Querdurchmesser von annähernd 8 cm und einen Sagittaldurchmesser von 4 cm besitzen. Diese Wülste stellen ziemlich lange, mehrmals umgebogene Erhebungen der äusseren Haut dar, welche durch stark behaarte Furchen von einander getrennt sind. Die oberflächlichen Stellen der den Hirnwindungen ähnlichen Wülste zeigen eine feine, wenig starke Behaarung.

Nach der Entfernung der ganzen Kopfhaut von dem Schädeldach liessen sich entsprechend der äusseren Wulstung zwei etwas feste gelblich gefärbte Gebilde darstellen, welche in der Medianebene eine scharfe Trennung zeigen, vorn stumpfspitzig und lateralwärts und hinten halbkreisförmig gegen die Umgebung abgegrenzt erscheinen.

Der Querschnitt der Kopfhaut ergab, dass die Erhebungen und Vertiefungen derselben durch die mächtige Ausbildung bestimmter Drüsen auf einer scharfumgrenzten Fläche hervorgerufen sind. Bei der Rückbildung dieser Gebilde kann die Kopfhaut ohne Zweifel wieder eine ganz glatte Beschaffenheit annehmen.

Die mikroskopische Untersuchung der Hautwülste bestätigte, was das unbewaffnete Auge erkannt hatte: Die circumscripten Hautwülste auf der Scheitelhöhe sind hervorgerufen durch eine ungewöhnliche Ausbildung der Talgdrüsen der Kopfhaut.

Ohne an dieser Stelle auf eine specielle Schilderung des näheren Verhaltens dieser Talgdrüsen und die über dieselben

gemachten Angaben Th. v. Hessling's einzugehen, sei nur in Kürze hervorgehoben, dass die einzelnen Drüsen dicht gedrängt neben einander stehen und von der äusseren Haut an bis zum blinden Ende derselben gemessen, eine Länge von 1 cm und mehr besitzen. Ihre weiten dünnwandigen Ausführungsgänge münden nicht an der freien Oberfläche der Haut, sondern, wie die Ausführungsgänge aller Haarbalgdrüsen, in der inneren Wurzelscheide des Haares, wohin das Sekret abfliesst.

Von besonderem Interesse ist hier die Thatsache, dass die allgemein in der äusseren Haut verbreiteten einfachen Talgdrüsen durch specifische Ursachen an einer bestimmten Körperregion zu einer grossen Drüsengruppe sich umgebildet haben und zwar, wie es scheint, nur bei dem männlichen Thier und bei diesem erlangen die Drüsen, wie schon v. Hessling angegeben hat, den höchsten Grad der Ausbildung während der Brunft, zu welcher Zeit die Drüse ein scharf riechendes Sekret absondert. Dass einfache Haarbalgdrüsen innerhalb physiologischer Grenzen zu einer besonderen mächtigen Drüsengruppe sich umbilden können, ist ein neuer Beleg für die Möglichkeit des hochgradigen Variirens einzelner Körpergebilde unter Umständen, welche wir nicht näher kennen. Ohne Zweifel haben wir die Ursachen für diese Variabilitätserscheinung an den Talgdrüsen der äusseren Haut in analoger Weise, wie für die Milchdrüsen, in dem centralen Nervensystem, von welchem die Funktion aller Drüsen abhängig ist, zu suchen.

3) „Ueber Hirne von neugeborenen und erwachsenen Microcephalen."

Im Verlaufe der letzten Jahre hatte ich Gelegenheit, sechs Hirne von sog. Microcephalen studieren zu können und wenn auch in neuerer Zeit eine etwas tiefere Einsicht in die ursächlichen Momente, welche die Microcephalie hervorrufen,

gewonnen wurden, so harren doch heute noch viele das microcephale Hirn betreffende Fragen der Beantwortung und ebenso wenig sind die physiologischen Störungen, welche die verschiedenen Grade der Hirnkleinheit bedingen, in allen Beziehungen klar gestellt.

In den folgenden Mittheilungen sollen nur die wichtigsten Resultate meiner Untersuchungen an den erwähnten Hirnen berührt werden; eine eingehende vergleichende Analyse derselben mit Berücksichtigung der Literatur will ich mir für eine andere Gelegenheit vorbehalten.

a) Wenn ich zunächst die beiden Hirne der microcephalen Kinder des Ehepaares Becker in Offenbach erwähne, so muss ich der Abhandlung gedenken, welche der verstorbene Geheimrath v. Bischoff über das älteste 8 Jahre alt gewordene Kind des genannten Ehepaares in den Denkschriften der mathematisch-physikalischen Klasse niedergelegt hat. In derselben sind die physischen Eigenthümlichkeiten des Mädchens, sowie dessen Hirn und Schädel sehr genau beschrieben. Das Hirn glich annähernd jenem eines Fötus aus dem 8. Monat.

Die beiden Hirne der Becker'schen Kinder, welche ich untersuchen konnte, stimmen mit jenem ihrer ältesten Schwester im Allgemeinen überein und wenn auch bezüglich der Formation der Grosshirnwindungen einige Eigenthümlichkeiten vorhanden sind, so weichen dieselben doch nicht wesentlich ab von jenen an dem Hirn der 8 jährigen Helene. Die typischen ersten Furchen und Windungen sind, wenn auch nicht ganz normal, angelegt, allein eine Vermehrung derselben hat, wie es scheint, nicht stattgefunden. Dieselben haben alle mehr oder weniger die Charaktere der Windungen eines Fötushirnes aus dem 8. Monat und auf diesem Stadium ihrer formellen Entwickelung scheinen dieselben bei einfacher Grössenzunahme stehen geblieben zu sein. Das Hirn des vierten Becker'schen Kindes dagegen war, wie aus den Mit-

theilungen von Flesch hervorgeht, wesentlich abweichend von den Hirnen der drei anderen Geschwister. An demselben zeigten sich so hochgradige pathologische Veränderungen, dass man anzunehmen berechtigt ist, es seien die gemeinsamen Ursachen, welche die microcephalen Hirne der erwähnten drei Kinder hervorriefen, andere gewesen, als jene, welche den pathologischen Veränderungen des Hirns des vierten Becker'schen Microcephalus zu Grunde lagen. Alle vier microcephale Kinder Beckers zeigten hochgradige Funktionsstörungen ihrer Hirne. Hatten die Kinder auch Sinnesempfindungen, so waren ihre Sinnesvorstellungen ohne Zweifel sehr minimaler Natur. Dem ältesten Kinde, Helene, waren ihre Eltern ebenso gleichgiltig, wie fremde Menschen, mit denen es in Kontakt kam. Nahrung verlangte dasselbe ebenso wenig, wie die anderen Geschwister. Das Hungergefühl äusserte sich nur in einer hochgradigen Nervosität. Die Empfindungen und Bewegungen waren, wie auch der Stoffwechsel bedeutend gestört. Die drei Kinder erschienen sehr blutarm, die Knochen und die Muskeln so schwach, dass die unteren Extremitäten die geringe Körperlast nicht tragen konnten. Der Schädel und die übrigen Knochen des Skeletes trugen deutliche Charaktere der Rhachitis an sich.

b) Ein weiteres Hirn verdanke ich meinem verstorbenen Freunde, Obermedicinalrath v. Hecker. Ein während der Geburt gestorbenes ausgetragenes Kind zeigte einen sehr charakteristischen microcephalen Kopf mit stark zurücktretender Stirn und zurückweichendem Kinn. Der Schädelumfang war sehr gering und das Hirn von seltener Kleinheit. Das Grosshirn ist relativ zum Kleinhirn in seiner Entwickelung bedeutend zurückgeblieben. Die Windungen der Grosshirnhemisphären sind an der convexen Oberfläche kaum angedeutet; die beiden Hemisphären besitzen zahlreiche runde, kleine Erhabenheiten, welche auf pathologische Störungen während der Hirnentwickelung hinweisen. An der Stelle,

wo der Balken sein sollte, ist eine verdünnte blasige Ausbuchtung verhanden, durch welche man von einer Rissstelle aus mit einer Sonde in die Ventrikel gelangen kann. Während an diesem Hirn das verlängerte Mark und das Kleinhirn einen gewissen Grad der Ausbildung erlangt haben, blieb das Grosshirn in Folge eines krankhaften Processes, der sich intrauterin am Hirn abspielte, in seiner Entwickelung stehen und da die Windungen kaum angedeutet sind, so hat man die Berechtigung anzunehmen, dass die pathologische Störung schon vor der 18. Woche des Fötus, in der die ersten Furchen resp. Windungen sich anlegen, aufgetreten ist.

c) Das Hirn eines microcephalen Kindes, welches ich der Güte des Herrn Prof. H. Ranke verdanke, weicht von dem vorhin beschriebenen ganz wesentlich ab. Dasselbe ist etwas kleiner und leichter, als das Hirn eines normalen Neugeborenen. Das Gross- und Kleinhirn, sowie das verlängerte Mark stehen in einem normalen Proportionsverhältniss zu einander. Die Grosshirnhemisphären zeigen zahlreiche, aber von der Norm etwas abweichende Windungen und beide stehen an ihren Stirnlappen in gegenseitiger inniger Verbindung, d. h. die Fissura sagittalis cerebri fehlt hier vollständig und an der Stelle, wo dieselbe sein sollte, gehen die Windungen der beiden Stirnlappen direkt ineinander über. Diese Vereinigung der beiden Grosshirnhälften dehnt sich von der convexen oberen Fläche des Stirnhirns bis zur Basis cerebri aus, so dass nicht nur das Rindengrau, sondern auch die weisse Substanz in der Medianebene von einer Halbkugel zur andern übergeht.

An diesem Hirn, welches bezüglich seiner Grösse auch unter der Norm geblieben ist, ergeben sich Bildungen, welche man auf Anomalien in der ersten Anlage und der weiteren Entfaltung der Hirnblasen zurückführen kann. Tiefgehende pathologische Störungen müssen bei dem Zustandekommen dieses microcephalen Hirns ausgeschlossen werden.

d) Der Zufall spielte mir das Hirn eines erwachsenen Microcephalus in die Hand, welches seinem Untergang entgegen gehen sollte. Ein Blick in die während der Herbstferien im Jahre 1883 gesammelten Gehirne, welche für Forschung und Unterricht conservirt wurden, liess mich ein „Kleinhirn" wahrnehmen, welches von einem Sträfling aus dem Zuchthause Laufen abstammte. Das Hirn und der Schädel konnten für unsere Sammlung gewonnen werden.

Was den microcephalen Schädel des kräftigen 22 Jahre alten Dienstknechtes Seyfried anlangt, so zeigt derselbe manche Eigenthümlichkeit, wodurch er sich von ganz normalen Schädeln unterscheidet; allein weder in dem Verhalten der Knochen des Hirn- und Gesichtsschädels, noch in der Nahtbildung beider sind pathologische Veränderungen nachweisbar.

Das Hirn ist dem Schädel entsprechend klein und hat ein Gewicht von 719 gr. Die Proportionsverhältnisse zwischen dem Gross- und Kleinhirn und dem verlängerten Mark weichen von der Norm nicht wesentlich ab. Alle Windungen der Hemisphären des Grosshirns besitzen den normalen Typus, nur sind dieselben an allen Hirnlappen in übereinstimmender Weise einfach und kleiner, als sie bei einem Erwachsenen sein sollten. Vergleicht man die Windungen dieses Hirns mit jenen eines neugeborenen Kindes, so sind dieselben bei dem letzteren viel zahlreicher und mehr gekrümmt, aber kleiner, als bei dem Microcephalus. In der Anlage sind bei diesem alle Furchen und Windungen normal gewesen, allein sie behielten bei ihrem weiteren Wachsthum den Charakter der Windungen des Hirns am Ende des achten oder am Anfange des neunten Monates des fötalen Lebens bei. Seyfried war Knecht bei einem Bauer, konnte den an ihn gestellten Anforderungen Genüge leisten, soll aber bezüglich seiner geistigen Fähigkeiten eine sehr niedere Stufe eingenommen haben. Die ihm von dem Pfarrer seines Heimathsortes und der Verwaltung des Zuchthauses in Laufen, in welchem er

wegen eines Vergehens gegen die Sittlichkeit zwei Jahre in Haft sein sollte, ausgestellten Zeugnisse waren mit Rücksicht auf den Intellekt Seyfried's sehr ungünstige.

Diese wenigen allgemeinen Bemerkungen über die Hirne von Microcephalen lassen entnehmen, dass dieselben eine sehr verschiedenartige Organisation darbieten. Abgesehen von den Hirnen der drei Kinder des Ehepaares Becker, welche mehrfache verwandte Anordnungen besitzen, weichen die drei anderen in Grösse, äusserer Form und innerem Bau wesentlich von einander ab und man darf mit ziemlicher Bestimmtheit annehmen, dass für die drei letzteren ganz specifische Ursachen bei ihrem Zustandekommen wirksam waren.

Wir haben hier Hirne von Microcephalen vor uns, welche als das Resultat verschiedenartiger pathologischer Processe angesehen werden können. Der verschiedene Grad der Microcephalie und die mit derselben Hand in Hand gehenden Funktionsstörungen des Grosshirns scheinen abhängig zu sein von der Natur der pathologischen Processe und der durch dieselben veranlassten Veränderungen der Hirncentren und ihren Leitungsbahnen.

Herr Kupffer hält einen Vortrag:

„Ueber den Bau der markhaltigen Nervenfasern".

Herr von Baeyer spricht:

„Ueber Polyacetylenverbindungen".

Oeffentliche Sitzung der königl. Akademie der Wissenschaften

zur Feier des 126. Stiftungstages

am 28. März 1885.

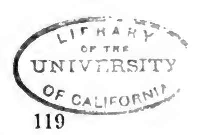
Der Sekretär der mathematisch-physikalischen Classe, Herr C. v. Voit, zeigt nachstehende Todesfälle der Mitglieder an:

Unter den Mitgliedern der mathem.-physikal. Classe hat im verflossenen Jahre der Tod reiche Erndte gehalten; es sind 13 derselben von uns geschieden und zwar ein einheimisches Mitglied: Philipp von Jolly; und 12 auswärtige und correspondirende Mitglieder:

4 Chemiker, von denen 3, nämlich Jean Baptiste Dumas in Paris, Adolphe Wurtz in Paris und Hermann Kolbe in Leipzig an der Entwicklung der organischen Chemie in hervorragendem Maasse betheiliget waren, und einer, Robert Angus Smith in Manchester, sich durch seine Untersuchungen über Luft und Wasser einen geachteten Namen erworben hat.

Ferner 5 Biologen, unseren engeren Landsmann Maximilian Perty in Bern und Friedrich Stein in Prag, die sorgfältigen Beobachter der kleinsten Lebensformen, den Anatomen und Anthropologen Gustav Lucae in Frankfurt, den Entomologen John Le Conte in Philadelphia, und den verdienten Physiologen Karl von Vierordt in Tübingen.

Dann 2 Botaniker, George Bentham in London, den ersten Kenner der lebenden Pflanzenwelt und Heinrich Robert



Göppert in Breslau, den ersten Kenner der in der Erdrinde abgelagerten fossilen Pflanzenreste,

und endlich den Geologen und bekannten Novarareisenden Ferdinand von Hochstetter in Wien.

Philipp Johann Gustav von Jolly

ist nach kurzem Krankenlager am 24. Dezember 1884 der Akademie durch den Tod entrissen worden.

Er war nach den mir von seinem Sohne gütigst gemachten Mittheilungen zu Mannheim am 26. September 1809 geboren, als Glied einer am Ende des 17. Jahrhunderts zur Zeit der Hugenottenverfolgung aus Frankreich ausgewanderten und seitdem in Mannheim ansässigen angesehenen Familie.

Der Vater war in jungen Jahren als Offizier in kurbayerische Dienste getreten, hatte als solcher einen Theil der napoleonischen Feldzüge mitgemacht, sich in Bamberg, wo er in Garnison lag, verheirathet, aber dann im Jahre 1809 als Hauptmann den Abschied genommen und sich wieder nach Mannheim begeben, woselbst er eine Tabakfabrik gründete und später von 1836 bis 1849 das Amt des Bürgermeisters bekleidete.

Philipp Jolly besuchte das Gymnasium und Lyzeum zu Mannheim und bezog dann (1829) die Universität Heidelberg, wo er vorzüglich mathematische und physikalische Studien betrieb. Schon am Gymnasium war Eisenlohr, der vortreffliche spätere Physiker am Karlsruher Polytechnikum, welcher damals am Mannheimer Lyzeum den Unterricht in der Mathematik und Physik gab, auf ihn von Einfluss, denn er war es wohl, der durch seine klare Darstellung die Neigung für die mathematisch-physikalische Richtung in ihm erweckte. Hervorragende Kräfte waren zu jener Zeit in diesen Disciplinen an der Ruperto-Carolina nicht thätig; Jolly war daher von seinen Lehrern nur wenig befriediget, es wurden die Vorlesungen des Mathematikers Schweins, des

Chemikers Löwig und wohl auch des Physikers Munke gehört, aber eine eigentliche Schule in der Physik, die ihn auf eine bestimmte Richtung gewiesen und in die Wissenschaft eingeführt hätte, hat er nicht genossen.

Nach dreijähriger Studienzeit in Heidelberg und nachdem er schon im ersten Jahre derselben (1830) eine geschichtlich-mathematische Preisfrage „de Euleri meritis de functionibus circularibus" (1834 veröffentlicht) gelöst hatte, deren Ausarbeitung für ihn durch den Einblick in die Entwicklung der mathematischen Wissenschaft von grossem Nutzen sowie entscheidend für die Wahl seines Berufes war, entschloss er sich für die akademische Laufbahn. Er wanderte daher im Frühjahr 1832 nach Wien, um sich in der Mathematik und Physik weiter auszubilden. Obwohl ihn auch hier die physikalischen Vorlesungen (bei Ettingshausen, Baumgärtner) nicht sehr fesselten, so war doch der Umgang mit seinem Freunde Ferdinand Redenbacher, dem späteren berühmten Begründer der wissenschaftlichen Maschinenkunde, und mit dessen Bruder Joseph, dem Chemiker der den Schwefelgehalt des Taurins entdeckte, von entschiedenem Vortheil für ihn; namentlich der erstere regte das Interesse für neue Maschinenkonstruktionen und für die Technologie in ihm an, wodurch er die Anwendung der Lehre von der Mechanik kennen lernte und auch veranlasst wurde längere Zeit regelmässig in der Werkstätte eines Mechanikers zu arbeiten, was ihm in der Folge bei Herstellung von Apparaten sehr behilflich war.

Von Wien aus, wo er 1½ Jahre bis zum Herbst 1833 verblieb, wurden während der Herbstferien Reisen, meist zu Fuss, durch Ungarn, Tyrol und die Lombardei unternommen, um Bergwerks- und Hüttenbetriebe, sowie die Seidenindustrie kennen zu lernen. Auch auf der Reise nach Berlin besuchte er die böhmischen und sächsischen Industrieorte. In Berlin, wo er kurz vor Weihnachten ankam und bis Ostern 1834,

also 4 Monate, verblieb, fühlte er sich, wie seine Aufzeichnungen berichten, mehr angeregt und gefördert als an irgend einem anderen Orte vorher. Es hatte sich daselbst, wo Männer wie Ermann, Dove, Ritter, Steiner, Mitscherlich u. A. lehrten, und Magnus eben seine Thätigkeit begann, der wir vorzüglich die für die Physik so bedeutungsvoll gewordene Berliner Schule verdanken, ein höchst reges Leben in mathematisch-physikalischer Richtung entwickelt.

Zu Ostern 1834 kehrte er über Hamburg und den Harz nach zweijähriger Wanderzeit in die Heimath zurück. Er promovirte am 21. Juni 1834 als Doktor der Philosophie in Heidelberg und habilitirte sich dann alsbald daselbst als Privatdozent für Mathematik, Physik und Technologie.

Jolly begann nun eine ungemein intensive Lehrthätigkeit in den genannten Disciplinen. In der damaligen Zeit war der Privatdozent, ja nicht selten der Professor, noch ganz auf sich angewiesen, es wurde vom Staate nicht dafür gesorgt ihm die Mittel und Lokale für seine Thätigkeit zur Verfügung zu stellen. Und so hatte auch unser junger Dozent für den Hörsaal, für das Laboratorium und für die Einrichtung desselben mit den nöthigen Apparaten selbst aufzukommen, und obwohl sein Vater bei seiner zahlreichen Familie nicht mehr im Stande war, ihm noch weitere Mittel zur Verfügung zu stellen, so gelang es ihm doch durch unermüdliche Ausdauer eine nicht unbeträchtliche Sammlung physikalischer Instrumente zu Stande zu bringen. Jolly hat sich später öfters dahin geäussert, dass die Noth, die ihn in jenen Dozentenjahren zwang, alle seine Kraft auf den Lehrberuf zu concentriren, für ihn der beste Lehrmeister gewesen sei.

Zu dieser Zeit schloss sich Jolly besonders an den Anatomen und Physiologen Theodor Bischoff, der (1836) als Gehilfe Tiedemann's nach Heidelberg gekommen war und dort seine bahnbrechenden entwicklungsgeschichtlichen Arbeiten

begann, an. Bei seiner Ernennung zum ausserordentlichen Professor veröffentlichte Bischoff Untersuchungen über die Vorgänge bei der Respiration,[1]) welche unter Beihilfe seines Freundes Jolly entstanden waren. Lavoisier und Laplace sahen bei Aufstellung ihrer Theorie der Respiration die Lunge als den Heerd der Verbrennung im Thierkörper an; Tiedemann und Gmelin liessen dagegen den eingeathmeten Sauerstoff erst im Blute mit gewissen an Kohlenstoff und Wasserstoff reichen Substanzen sich verbinden. Dadurch war es wichtig geworden zu wissen, ob dem Blute Gase, namentlich Sauerstoff und Kohlensäure sich entziehen lassen. Allerdings war es schon längst Robert Boyle und John Mayow gelungen, Gas aus dem Blute durch die Luftpumpe zu erhalten; auch Priestley und Humphry Davy hatten durch Einleiten anderer Gase oder Erhitzen aus Blut Sauerstoff und Kohlensäure frei gemacht, aber später leugnete man die Gegenwart von Gas im Blute so z. B. John Davy, Joh. Müller, Gmelin mit Mitscherlich und Tiedemann. Bischoff und Jolly bekamen durch die Luftpumpe aus dem nicht mit Luft in Berührung gekommenen arteriellen und venösen Blute nur wenig Gas, das letztere enthielt sicher Kohlensäure, das erstere aber nur wenig Kohlensäure, während Sauerstoff nicht bestimmt nachzuweisen war. Daraus schloss Bischoff, dass die Kohlensäure nicht erst in der Lunge entstehe. Obwohl die Methode und die Resultate der beiden jungen Forscher hinter den von Magnus 8 Jahre später erhaltenen zurückstehen, so bildeten sie doch zu ihrer Zeit durch Bestätigung der früheren Angaben einen Fortschritt in der Entwicklung der physikalischen Athemtheorie.

Im Jahre 1839 wurde Jolly zum ausserordentlichen Professor der Mathematik in Heidelberg ernannt, und 1846 zum

---

1) Commentatio de novis quibusdam experimentis chemico-physiologicis ad illustrandam doctrinam de respiratione institutis, 1837.

Ordinarius für Physik. Durch letztere Ernennung gelangte er erst zur Mitbenützung des physikalischen Kabinets der Universität und zu einer jährlichen Unterstützung für Anschaffung von Apparaten, so dass er sein Privatlaboratorium und seine Privatsammlung aufgeben konnte.

Bald darauf (1848) gab er seine Experimentaluntersuchungen über Endosmose heraus, die vorzüglich seinen Namen bekannt gemacht haben.

Dutrochet hatte im Jahre 1826, nachdem vorher schon einige Beobachtungen in dieser Richtung gemacht worden waren, die Erscheinungen des Austausches einer Salzlösung und von Wasser durch eine Membran hindurch näher verfolgt, Strömungen hinüber und herüber wahrgenommen und diese Vorgänge mit dem Namen Exosmose und Endosmose bezeichnet. Darauf gewahrte Magnus (1827), dass der Austausch nicht in gleichem Volum erfolgt, sondern dass die concentrirtere Salzlösung mehr Wasser aufnimmt als abgibt, von welchem Phänomen dann Brücke (1842) die richtige. noch jetzt geltende Erklärung gab.

Vierordt hatte noch in Karlsruhe (1848) sogar quantitative Bestimmungen hierüber ausgeführt und erkannt, dass sich die Menge des zum Wasser übergehenden Salzes sowie die Volumänderung proportional der Concentration der Lösung verhalte und dass ein bestimmter Zusammenhang zwischen der Menge des austretenden Salzes und des eintretenden Wassers bestehe.

Jolly machte nun eine ausgedehnte Reihe von Versuchen nach einer vereinfachten Methode und sah zu, wieviel Wasser nöthig ist, um das in der Röhre befindliche Salz vollständig auszuwaschen. Er glaubte nachweisen zu können, dass für jede Gewichtseinheit des in das Wasser übergehenden Salzes stets ein und dasselbe Quantum Wasser in die Salzlösung eintritt, und so nannte er diejenige Menge Wasser, durch welche eine Gewichtseinheit Salz ersetzt wird, deren endos-

motisches Aequivalent. Dem gegenüber zeigte allerdings Ludwig (1849), dass das sogenannte Aequivalent sehr veränderlich sich gestaltet je nach der Concentration der Lösung, mit welchem Nachweis auch die faktischen Grundlagen von Jolly's Formeln fielen, während seine theoretischen Anschauungen nicht bis zu einer wirklichen Erklärung des Diffusionsvorganges vorgedrungen waren, welche durch die von Brücke und Ludwig aufgefundenen Thatsachen gegeben wurde, wornach in die Membran eine verdünntere Salzlösung aufgenommen wird und die in ihr imbibirte Flüssigkeit nicht überall gleich concentrirt ist, indem an der Wandung der Poren nur Wasser, gegen die Mitte derselben zu eine immer concentrirter werdende Salzlösung sich befindet.

Nichtsdestoweniger hat Jolly durch seine Untersuchungen zur Klärung der osmotischen Vorgänge beigetragen, aus welchen man damals viele Erscheinungen an den Organismen, die des Uebergangs von Stoffen in die Säfte sowie die der Sekretion in den Drüsen auf einfache, rein physikalische Weise erklären zu können meinte.

Zu den besten Leistungen Jolly's gehört seine gemeinfassliche Darstellung der Prinzipien der Mechanik (1852), worin er die leitenden Ideen und die wichtigsten Resultate dieser Wissenschaft auch jenen zugänglich zu machen suchte, welche kein breiteres mathematisches Wissen sich angeeignet haben.

Noch in Heidelberg war er in Beziehungen zu Julius Robert Mayer gekommen, dem merkwürdigen Arzte und Naturforscher, der als Autodidakt mit weitem Blicke begabt, ohne von den früheren bestimmten Angaben von Bernouilli etc. etwas zu wissen, wieder darauf gekommen war, dass eine Arbeit nicht aus Nichts zu entstehen vermöge, dass sie um ebensoviel an Intensität verlieren müsse als eine andere daran gewinnt, dass todte Kraft zeitweilig aufgespeichert und wieder in lebendige umgesetzt werden kann, und der

mit allem Eifer nach experimentellen Beweisen für seine Sätze suchte. Und so kam der originelle Mann manchmal von Heilbronn, wo er praktischer Arzt war, nach dem nahen Heidelberg, um sich den Rath der Schule bei Jolly zu erholen. Es wurde mir erzählt, er wäre einmal in grösster Aufregung angelangt, ein mit Wasser gefülltes Glasfläschchen schwingend, dessen Inhalt durch die Bewegungen eines Wasserrades eine höhere Temperatur angenommen hatte. Es gelang ihm jedoch damals nicht, Jolly, ebensowenig wie Andere, von seinen allerdings manchmal in barocker Weise dargelegten Ideen ganz zu überzeugen.

Im Jahre 1854 folgte Jolly einem ehrenvollen Rufe als Professor der Physik an die hiesige Universität als Nachfolger des durch seine bahnbrechenden Arbeiten über die elektrische Leitung berühmten Ohm. Der Kliniker Pfeufer, mit dem er von Heidelberg her eng befreundet war, hatte wohl in entscheidenden Kreisen auf ihn aufmerksam gemacht. Im Wintersemester 1854/55 hielt Jolly dahier seine erste Vorlesung über Experimentalphysik und richtete das physikalische Kabinet der Universität sowie die Arbeitsräume neu ein.

In München wurde eine weit angelegte, schon in Heidelberg begonnene Untersuchung, welche er in der Absicht unternommen hatte, nähere Aufschlüsse über das Wirkungsgesetz der Molekülarkräfte zu erhalten, eifrig fortgesetzt. Der Gedankengang, der ihn dabei leitete, war folgender. Die bei Auflösung von Salzen in Wasser auftretende Verminderung des Volums der Flüssigkeit rührt von dem Zug her, welchen die auf einander wirkenden Moleküle des gelösten Salzes und des lösenden Wassers ausüben. Man kann daher, wenn man die Grösse dieser Contraktion misst und andererseits die mechanische Kraft kennt, welche durch äusseren Druck eine gleich grosse Volumverminderung zu bewirken vermag, zu einem Maass für die Gesammtwirkung

der Molekülarzüge gelangen. Indem er nun weiter die Menge des Lösungsmittels, in welchem die Salzmoleküle vertheilt sind, vermehrte und die bei jeder ferneren Verdünnung noch eintretende Contraktion bestimmte, suchte er aus der Abnahme der letzteren die mit der Vergrösserung der Sphäre, auf welche das Molekül seine Wirkung ausdehnt, eintretende Verminderung der Intensität dieser Wirkung zu ermitteln. Es sollten diese Untersuchungen als Erfahrungsgrundlage zur Ableitung des Gesetzes dienen, nach welchem der Molekülarzug mit zunehmendem Abstand der Moleküle abnimmt. Jolly entwickelte zuerst in einer bei einer öffentlichen Sitzung der Akademie im Jahre 1857 gehaltenen Rede über die Physik der Molekülarkräfte diese Prinzipien und theilte einige mit Salpeterlösung erhaltene Resultate mit. Später gab er in einer besonderen Abhandlung über die Molekülarkräfte (1862) für 14 verschiedene Salzlösungen die Grösse der Contraktion bei allmählichem Zusatz von Wasser an. Er schloss damals aus seinen Messungen, erstens dass die Contraktionen sich wie die Aequivalentzahlen der gelösten Körper verhalten und zweitens dass der Zug der Theile abnimmt, wie die Quadrate der Entfernungen der auf einander wirkenden Moleküle wachsen, und dass er umgekehrt proportional ist der Summe der Aequivalente der auf einander wirkenden Moleküle. Jolly ist nicht mehr auf diese lange Zeit fortgesetzten Untersuchungen zurückgekommen; es scheinen ihm Bedenken darüber aufgestiegen zu sein, ob die Zahlendifferenzen gross genug sind, um weiter gehende Folgerungen zuzulassen.

Die ferneren wissenschaftlichen Arbeiten Jolly's zeigen fast alle das Bestreben Messinstrumente und Messmethoden zu verbessern und zu vereinfachen, um dadurch genauere Zahlen zu erhalten, welche ihrerseits für andere Zwecke Verwerthung finden konnten. Da es bei Beurtheilung der Versuchsergebnisse vor Allem auf die dabei eingeschlagenen

Methoden ankommt, so möge es erlaubt sein, dabei mit einigen Worten auch die letzteren zu skizziren.

Es folgen zunächst eine Anzahl von kleineren Abhandlungen sehr verschiedenartigen Inhalts.

In einer derselben (1860) wird über das specifische Gewicht des flüssigen Ammoniaks, durch direkte Vergleichung des Gewichts einer gewissen Quantität desselben mit dem Gewicht eines gleichen Volums Wasser gewonnen, berichtet. Das Verfahren war ein höchst einfaches: in einer zugeschmolzenen, mit einer Messröhre verbundenen Glasröhre wird durch Erhitzen von Chlorsilberammoniak das Ammoniak entwickelt, das sich durch seinen eigenen Druck in der Röhre condensirt. Nach Abkühlung der Vorrichtung auf — 80° kann man ohne Gefahr die Entwicklungsröhre von der graduirten Messröhre abschneiden und letztere zuschmelzen; man beobachtet nun, bis zu welchem Theilstrich derselben bei 0° das flüssige Ammoniak reicht und wiegt dann die Röhre. Dann wird bei — 24° die Spitze durch die Löthrohrflamme erweicht, so dass durch den Druck des Gases ohne Glasverlust die Röhre sich öffnet, wornach das Gewicht der bei 0° mit Ammoniakgas gefüllten Röhre genommen wird und endlich das Gewicht der Wassermenge, welche das gleiche Volum einnimmt wie das flüssige Ammoniak. Auf diese Weise erhielt Jolly als specifisches Gewicht des flüssigen Ammoniaks bei 0° bezogen auf Wasser von 0° die Zahl 0,623.

Gelegentlich des Aufenthaltes im bayerischen Gebirge während der Ferien interessirte sich Jolly für die Tiefe der schönen Seen desselben. Man hatte schon frühe für solche Tiefemessungen das Tiefloth benützt und dann das Bathometer und zwar das nach R. Hooke (1726) mit Anzeige der Weglänge oder das nach Hales (1834) mit Angabe des von oben wirkenden Wasserdruckes. Ohne diese Instrumente zu kennen, suchte Jolly zu dem angegebenen Zwecke einen graphischen Apparat zu construiren und er kam dabei auf

die Idee von Hales. In einer oben zugeschmolzenen, am oberen Theile kalibrirten Glasröhre ist von unten eine an beiden Enden offene engere Glasröhre eingeschoben. Aus der Menge des Wassers, welche sich beim Einsenken des Apparates bis auf den Grund des Sees in demselben ansammelt, schliesst man, wie weit die ursprünglich in dem Gefässe eingeschlossene Luft durch das Gewicht der darüber stehenden Wassermasse zusammengedrückt worden war. Um aber das Bathometer zu gebrauchen, muss man auch die Temperatur des Wassers in der Tiefe des Sees kennen, wesshalb er ein von ihm erfundenes graphisches Thermometer in der Kapsel des Apparates anbrachte. Es ist ein Minimumthermometer, das bei seiner Anwendung keine complizirteren Voraussetzungen macht. Dasselbe besteht aus einem kugeligen Gefässe, in welches eine an beiden Enden offene, getheilte enge Glasröhre stechheberartig eingesenkt ist; das Gefäss ist mit einer Flüssigkeit gefüllt, welche innerhalb der gegebenen Temperaturgrenze einen gleichen Ausdehnungscoëfficienten besitzt, in der Regel concentrirte Kochsalzlösung; die getheilte Glasröhre enthält Quecksilber, das nach Maassgabe der Zusammenziehung der Kochsalzlösung durch die niederere Temperatur am Grunde des Sees in das Gefäss abfliesst. Die Angaben Jolly's über die Tiefe der bayerischen Seen sind jedoch nicht sicher, da Prof. Simony in Wien für den Königssee und Alois Geistbeck für die übrigen Seen wesentlich davon abweichende Werthe erhalten haben. Mit dem graphischen Thermometer beobachtete er in der Tiefe im Allgemeinen eine allmähliche Abnahme der Temperatur des Wassers.

Um rasch das absolute und specifische Gewicht kleiner Körper z. B. von Mineralsplittern hinreichend exakt zu bestimmen, construirte Jolly eine Federwaage (1864). Solche Waagen wurden zwar früher schon angewendet, aber vor so langer Zeit, dass die Sache leicht in Vergessenheit ge-

rathen konnte; Eisenlohr hatte ebenfalls das gleiche Princip benützt, um in einfacher Weise die Pendelgesetze experimentell nachzuweisen. Ein spiralig gewundener Klaviersaitendrath, der an seinem oberen Ende befestiget ist, trägt am unteren Ende zwei über einander stehende Waagschälchen, von denen das untere stets in Wasser eingetaucht ist. Eine Marke an dem zwischen den beiden Schälchen befindlichen lothrechten Drath lässt die durch den zu wägenden Körper hervorgebrachte Dehnung der Spiralfeder an einer auf einem Spiegelglasstreifen befindlichen, am Stativ befestigten Skala ohne Parallaxe ablesen. Die Dehnung des Draths ist innerhalb hinreichend weiter Grenzen den aufgelegten Gewichten proportional und so giebt die Waage bei einer Belastung von einigen Grammen noch auf Milligramme einen deutlichen Ausschlag.

Pierre und Kopp hatten bei ihren Bestimmungen der Ausdehnung des Wassers durch die Wärme genügend übereinstimmende Werthe bis zu einer Temperatur von 30° erhalten, bei höheren Temperaturen differirten dieselben dagegen bis zu einer Einheit in der dritten Dezimale. Untersuchungen über die physikalischen Eigenschaften von Salzlösungen bei höherer Temperatur liessen Jolly eine genauere Kenntniss wünschenswerth erscheinen. Er bediente sich, um die Ausdehnung des Wassers von 30 bis zu 100° zu finden, zweier bekannter Methoden (1864). Zunächst wendete er die gewöhnliche Methode der Wägung des Wassers bei verschiedenen Temperaturen in einem Glasfläschchen von bekanntem Rauminhalt an. Dann beobachtete er die Volumveränderungen an einem thermometer-ähnlichen Instrumente, dem von Kopp erfundenen Dilatometer, dessen Volum bekannt ist und für dessen Röhre man zuvor den zwischen je zwei Theilstrichen befindlichen Raum durch Wägung des denselben ausfüllenden Quecksilbers ermittelt. Jolly brachte an Kopp's Instrument eine kleine Abänderung an, indem er

die Kugel desselben von der Röhre trennte und das untere Ende der letzteren in die Oeffnung der Kugel einschleifen liess, wodurch die Reinigung und die Austrocknung des Apparats erleichtert wurde.

Bekannt ist Jolly's Quecksilberluftpumpe; dieselbe ist gebaut nach dem Prinzip der von Ludwig angegebenen Blutgaspumpe und stellt eine Vereinfachung der von dem Glaskünstler Geissler in Bonn verfertigten Quecksilberluftpumpe dar.

Für den Jubelband von Poggendorf's Annalen lieferte Jolly (1874)) einen Beitrag über die Ausdehnungscoëffizienten einiger Gase und über Luftthermometer. Man verdankt bekanntlich Magnus und Regnault genaue Untersuchungen der Ausdehnungscoëffizienten der Gase; Jolly erschien es nun für manche Fälle, z. B. bei Gewichtsreduktionen auf den leeren Raum oder bei Feststellung der Molekülareigenschaften der Gase, von Bedeutung zu sein, noch eine grössere Exaktheit unter Angabe des wahrscheinlichen Fehlers zu erhalten. Er benützte zu diesem Zwecke das zuerst von Rudberg angegebene Verfahren und suchte dessen Instrument zu vereinfachen, so dass es leicht zu handhaben ist und sich wie ersteres auch zu Temperaturbestimmungen als Luftthermometer anwenden lässt, das er dann besonders zur Reduktion der Angaben des Quecksilber- und Weingeistthermometers auf Angaben des Luftthermometers gebrauchte. Für den Ausdehnungscoëfficienten der atmosphärischen Luft erhielt Jolly im Mittel einen etwas höheren Werth als Rudberg, Magnus und Regnault, und er ermittelte ferner den bis dahin nicht direkt bestimmten Coëfficienten des Sauerstoffs, sowie den des Wasserstoffs, des Stickstoffs, der Kohlensäure und des Stickoxydulgases.

Von grossem Interesse sind Jolly's Angaben über die Veränderlichkeit in der Zusammensetzung der atmosphärischen Luft (1879). Man war bis dahin zumeist geneigt, die kleinen

Schwankungen in dem Sauerstoffgehalte der atmosphärischen Luft von unvermeidlichen Fehlern der Methode oder auch von lokalen Einflüssen abzuleiten. Bunsen hatte Schwankungen von 0.11 % gefunden, Regnault in zahlreichen Versuchen für die Luft in Paris von höchstens 0.08 %, in Luftproben aus vielen anderen Orten der Erde von nur 0.09 %, welche Schwankungen er als über den Beobachtungsfehlern liegend von örtlichen Ursachen abstammen liess. Jolly suchte zu zeigen, dass die Abweichungen grösser sind als man bis jetzt geglaubt hatte. Er berechnete zunächst aus den genau ermittelten Gewichten eines bestimmten Volums Luft und ihrer Bestandtheile den prozentigen Gehalt der Luft an Sauerstoff; zu dem Zweck wird ein Glaskolben, durch die Quecksilberluftpumpe von Luft befreit, leer und dann mit trockener kohlensäurefreier Luft gefüllt, ebenso mit elektrolytisch bereiteten Sauerstoff und mit Stickgas gefüllt gewogen. Diese Wägungen des Sauerstoffs und Stickstoffs benützte er dann auch zur Feststellung des specifischen Gewichts dieser Gase, welche mit den früher von Regnault angegebenen nahezu übereinstimmen. So erhielt er bei einer Anzahl von Wägungen der atmosphärischen Luft während eines Jahres Differenzen (0.9 m. gr. auf 1 Liter Luft), welche nach ihm nicht auf Unsicherheiten in den Wägungen, sondern nur auf eine Veränderlichkeit in der Zusammensetzung der Luft zurückzuführen sind. Es ergaben sich als grösste Differenzen im Sauerstoffgehalt 0.49 %.

Da diese Schwankungen viel grösser sind als nach den bisherigen eudiometrischen Bestimmungen zu erwarten war, so controlirte er die erstere Methode durch ein einfaches eudiometrisches Verfahren mit dem von ihm erfundenen Kupfereudiometer, bei welchem durch ein Manometer der Druck der kohlensäurefreien Luft vor und nach der Entziehung des Sauerstoffs durch eine mittelst des elektrischen Stroms zur Glühhitze versetzte Kupferspirale bei 0° gemessen

wird. Zwei Proben der nämlichen Luft gaben dabei Differenzen von nur 0.013 % im Sauerstoff. Auch hier erhielt Jolly in der zu verschiedenen Zeiten untersuchten atmosphärischen Luft wie durch die Wägungsmethode nicht unbeträchtliche Schwankungen im Sauerstoffgehalt, nämlich wiederum von 0.5 %. Er hält daher den Satz von der Unveränderlichkeit der Zusammensetzung der Atmosphäre nicht für richtig. Man sollte eigentlich auch voraussetzen, dass der Gehalt der Luft an Sauerstoff nicht stets der gleiche sein könne, da viele Prozesse auf der Erde eine Aenderung in demselben hervorzubringen vermögen. Jolly glaubte nun die Verschiedenheiten in Beziehung mit den Windrichtungen bringen zu dürfen: die Polarströme gaben nämlich einen höheren Gehalt an Sauerstoff, sie zeigten also ein Zurücktreten der Oxydationsprozesse gegen die Reduktionsprozesse in jenen Regionen an, während die Aequatorialströme durch einen geringeren Gehalt an Sauerstoff ein Vorwiegen der Oxydationsprozesse gegenüber den Reduktionsprozessen, vielleicht in Folge der höheren Temperatur jener Gegenden, verkünden. Es wäre für die Erkenntniss der Vorgänge auf unserer Erde sehr wichtig, die Frage durch erneute, unter verschiedenen Umständen angestellte Versuche zum Entscheid zu bringen; Hempel, auch Morley und Vogler haben sich neuerdings nach eigenen Beobachtungen Jolly angeschlossen.

In den letzten Jahren seines Lebens (1878—1881) beschäftigte sich Jolly vorzüglich mit Anwendung der Waage auf Probleme der Gravitation, wozu er wahrscheinlich durch seine Betheiligung bei der k. b. Normalaichungskommission veranlasst worden war. Diese Arbeiten erscheinen mir als die bedeutungsvollsten seiner wissenschaftlichen Thätigkeit.

Er war zunächst bestrebt, die Waage in Konstruktion und Ausführung zu verbessern, jedoch sind die von ihm angegebenen Vorschriften im Wesentlichen nicht neu, sondern schon bei der von Steinheil beschriebenen, in der math.-physik.

Sammlung des Staats aufgestellten und vielfach benützten Waage angewendet, so also die Arretirung der Endschneiden statt der der Schalen, die Arretirung des Waagbalkens und der Gehänge, die Prüfung der Parallelstellung der Schneiden nach der von Gauss angegebenen Weise durch kleine am Gehänge angebrachte Planspiegel, sowie die Steinheil'sche Ablesung durch einen über der Mitte des Waagbalkens aufgestellten Spiegel. Jolly erreichte damit, dass die Resultate im Laufe von vier Monaten bei Belastung mit 1 Kilo nur um 0.00086 m. gr. von einander abwichen oder wiederholte Wägungen im arithmethischen Mittel Schwankungen von nur ± 0.01 m. gr. zeigten, welche Genauigkeit mit der Steinheil'schen Waage früher von Seidel und auch bei anderen Beobachtungen von Ernst Voit ebenfalls erreicht worden ist.

Jolly benützte nun die so eingerichtete Waage, um den Zug der Erde in verschiedenen Entfernungen von ihrem Mittelpunkte durch den ungleichen Druck gleicher Gewichte auf die Wagschale zu bestimmen. Da der Druck eines Körpers auf die Unterlage mit dem Quadrat der Entfernung vom Erdmittelpunkte abnimmt, so muss bei einer Entfernung von 5 Metern und einem mittleren Erdhalbmesser von 6 366 189 Metern die Gewichtsabnahme eines Kilogramm schon 1,57 m. gr. betragen. Jolly brachte daher 5,29 Meter unterhalb der Schalen einer Waage weitere Schalen an und verglich zwei Kilogrammgewichte, welche zuerst in die oberen Schalen eingelegt waren, und dann als das eine in der oberen, das andere in der unteren Schale sich befand; er erhielt im letzteren Falle eine Differenz von 1,5099 m. gr., während man unter obiger Annahme eine solche von 1,662 m. gr. hätte erwarten sollen.

Jolly gieng nun daran auf diese Weise eine Wägung der Erde und eine Bestimmung der Dichtigkeit derselben zu unternehmen, indem er die Versuche in grösserem Maassstabe im Thurm des Universitätsgebäudes wiederholte und ermittelte,

wieviel mal mehr materielle Punkte die Erde besitzt als ein Körper von bekannter Grösse und von bekannter Dichtigkeit. Zu dem Zweck nahm er einen Abstand der oberen und unteren Schalen von 21,005 Meter und stellte unterhalb der unteren Waagschalen eine Bleikugel von 1 Meter Durchmesser auf, welche durch ihren Zug eine Erhöhung des Gewichts bewirkte. Die Differenz der Gewichtszunahmen mit und ohne unterlegte Bleikugel giebt die Grösse des Zugs der Bleikugel an; so erhält man ein Mittel, die Dichtigkeit der Erde mit der des Bleies zu vergleichen, und da die letztere bekannt ist, die mittlere Dichtigkeit der Erde zu berechnen, die sich zu 5,692 findet.

Schon seit einem Jahrhundert hat man sich bemüht das gleiche Problem auf verschiedene Arten zu lösen, zunächst durch die Ablenkung des Bleilothes durch ein isolirt stehendes Gebirge, dann unter Anwendung der Torsionswaage, endlich aus dem Unterschiede der Pendelschwingungen auf dem Gipfel und am Fusse eines hohen Berges, oder durch den Vergleich der Pendelschwingungen in der Tiefe und an der Mündung eines Schachtes. Jolly hat das von Vielen angestrebte Ziel auf einem neuen Wege zu erreichen gesucht; die von ihm für die mittlere Dichtigkeit der Erde erhaltene Zahl ist höher als die der übrigen Beobachter. Man darf sehr gespannt darauf sein, ob seine Angabe in weiteren Untersuchungen sich bestätigen wird; die Berliner Akademie der Wissenschaften hat in letzter Zeit die Mittel erhalten, die Versuche Jolly's über die Gravitation in etwas abgeänderter Weise weiter zu verfolgen.

Die Thätigkeit als Forscher erschien jedoch Jolly nicht als Hauptaufgabe; die grösste Freude bereitete ihm, wie er sich öfters geäussert, das Lehramt an der Hochschule, dem er seit seiner ersten Heidelberger Dozentenzeit mit besonderer Liebe zugethan blieb. Er hat es verstanden, die grosse Vorlesung über Experimentalphysik, welche nach einer guten

Tradition an unserer Universität von Studirenden aller Fakultäten als allgemein bildendes Fach gehört wird, während 30 Jahren vollzählig zu erhalten. Er hat aber auch Manche, die sich seine Schüler nennen, weiter in die Physik eingeführt, so z. B. Wüllner, Lommel, Bohn, Kurz, Nar, Wroblewski u. A.

Mit lebhaftem Interesse betheiligte er sich an der Einführung des metrischen Maass- und Gewichtssystems. Schon im Jahre 1861 war er als bayerisches Mitglied in der hiemit betrauten Commission beim Bundestag in Frankfurt thätig, wo er eifrig für die Annahme dieses Systems wirkte. Später als dasselbe (1869) in Bayern eingeführt wurde, hatte er bei der Organisation Antheil und verblieb bis zu seinem Tode der wissenschaftliche Rathgeber bei der Normalaichungskommission. Auch zu der internationalen Meterconferenz zu Paris (1872) war er von der bayerischen Regierung gesandt worden.

Bei der neuen Organisation der technischen Lehranstalten in Bayern wurde seine Hilfe von Seiten der k. Staatsregierung in Anspruch genommen; jedoch fiel die Einrichtung nicht ganz in dem Sinne aus, wie er sie geplant hatte.

Der Münchener geographischen Gesellschaft gehörte er seit ihrer Gründung (1869) an; er war bis zu seinem Lebensende deren erster Vorstand und eines ihrer thätigsten Mitglieder. Er drückte derselben ihren Charakter auf sowohl in socialer als auch in wissenschaftlicher Beziehung. Durch Vorträge und Mittheilungen in den Jahresberichten der Gesellschaft so z. B. über die Farbe der Meere und über einige Resultate, welche durch die Kabellegungen für die Physik der Meere gewonnen wurden, suchte er die Fortschritte in der Kenntniss der Erdoberfläche in weitere Kreise zu verbreiten.

Sein am 21. Juni 1884 begangenes 50jähriges Doktorjubiläum, das sich mit der Feier seines 50jährigen Dozenten-

jubiläums verband, gab seinen Freunden und Verehrern Veranlassung ihm für seine Verdienste um die Universität und die Wissenschaft zu danken; er erfreute sich noch sehr an der warmen Theilnahme, die er bei dieser Gelegenheit von vielen Seiten erfuhr, und auch an der Anwesenheit seiner vier Söhne, von welchen drei ehrenvolle akademische Stellungen einnehmen. Er sprach sich dabei in einem Ueberblicke über seinen Lebensgang dahin aus, wie er sich glücklich fühle, dass er diesem Jahrhundert des wissenschaftlichen Forschrittes angehöre, dass es ihm beschieden gewesen sei in München, der Stadt der Kunst und Wissenschaft, zu wirken, und darüber dass er ein Deutscher sei und die Erhebung des deutschen Vaterlandes habe erleben dürfen.

Bald darauf meldeten sich asthmatische Beschwerden, in Folge deren er um seine Emeritirung vom Lehramt nachsuchte. Der trotz seiner 75 Jahre sehr rüstige Greis, dem man noch eine längere Lebenszeit zugetraut hätte, starb am Weihnachtsabend 1884, nachdem er noch wenige Tage zuvor in einer Sitzung der Akademie eine Arbeit seines Schülers und Freundes Lommel vorgelegt hatte. Die Akademie wird sein Andenken in Ehren halten.

Jean Baptiste André Dumas.

Dumas Ideen und Entdeckungen bilden nach dem Ausspruche des competentesten Beurtheilers, Liebig's, zum grossen Theile die Grundlage der neueren organischen Chemie, denn in seinem Wirken finden wir fast immer die Ausgangspunkte für die heutigen Lehren dieser Wissenschaft. Mit ihm ist der letzte der hervorragenden Forscher dahingegangen, welchen es im 3. und 4. Dezennium unseres Jahrhunderts vor Allen gelang, die unübersteiglich erscheinende Schranke zwischen der unorganischen und organischen Chemie zu beseitigen. Mit Bewunderung und Stolz blicken wir jetzt auf die Zeit zurück, in der Männer wie Dumas, Wöhler und

Liebig immer mehr und mehr das Dunkel lichteten, das bis dahin die Zusammensetzung der organischen Verbindungen verhüllte.

Ueber ein halbes Jahrhundert hindurch hat sich Dumas eifrigst an der Entwicklung der Wissenschaft betheiligt und er stand geraume Zeit, besonders in Frankreich, durch den Reichthum seiner Gedanken, die mächtige von ihm ausgehende Anregung und die Tragweite der durch ihn gefundenen Thatsachen, an der Spitze derselben. Damit war aber seine Bedeutung nicht erschöpft; kaum minder gross zeigte er sich in der Verwerthung seiner reichen Erfahrungen für das Wohl seiner Mitmenschen und für sein Vaterland, das er über alles liebte. Selten ist darum auch ein Gelehrter allseitig mit Ehren so überhäuft und mit Hochachtung so bedacht worden wie er.

Dumas wurde am 14. Juli 1800 in dem reizend gelegenen Städtchen Alais in dem Departement du Gard geboren, als der Sohn eines Sekretärs der Municipalität. Der Knabe besuchte zunächst in Alais das Collége, in dem er einen guten Unterricht in der klassischen Literatur und auch in den Elementen der beschreibenden Naturwissenschaften erhielt.

Anfangs hatte er grosse Neigung sich dem Seedienste zu widmen, aber die Ereignisse und Unruhen der Jahre 1814 und 1815 bestimmten ihn in eine Apotheke in Alais einzutreten. Da es ihm jedoch daselbst nicht möglich war seinem Drange nach wissenschaftlicher Ausbildung und Erkenntniss zu genügen und die politischen Wirren der damaligen Zeit ihn aufs Höchste beunruhigten, so siedelte er nach Genf über, wo er in der angesehenen Apotheke von Le Royer Aufnahme fand, in der er ein ziemlich gut eingerichtetes Laboratorium antraf. Dadurch war ein glücklicher Wechsel in dem Leben des wissensdurstigen Jünglings eingetreten und rasch zeigte es sich, was er vermochte.

Eifrig wurde die Gelegenheit benützt, naturwissenschaftliche Vorlesungen an der dortigen Akademie bei De Candolle, Pictet, Gaspard de la Rive, mit dem er auch persönlich bekannt wurde, zu hören, zugleich wurden die Werke der hervorragenden Physiker und Chemiker studirt.

Ein Zufall führte damals den 18 Jährigen zu einer Entdeckung, die seinen Namen zuerst bekannt machte. Einer der ersten Aerzte Genfs, Dr. Coindet, war auf die Vermuthung gekommen, dass in den verkohlten Schwämmen, die man als Mittel gegen den Kropf gebrauchte, Jod enthalten sei; Dumas gelang es in der That, das letztere darin nachzuweisen, und von da wandte man allgemein das Jod und seine Präparate gegen den Kropf an.

Von besonderer Bedeutung für die Entwicklung Dumas' wurde seine Bekanntschaft mit Dr. J. L. Prévost, einem jungen intelligenten Arzte, durch den er auf seine bedeutungsvollen physiologischen Untersuchungen geführt wurde. Die Chemie hatte in der damaligen Zeit seit den denkwürdigen Arbeiten von Lavoisier nur wenig Einfluss auf die Erklärung der Lebenserscheinungen im Thierkörper gewonnen und es erschienen den Beiden so manche dieser Vorgänge chemischen Untersuchungen zugänglich zu sein. So entstanden durch den Chemiker und den Arzt eine ganze Reihe wichtiger Arbeiten, welche uns noch jetzt mit Bewunderung erfüllen und die Physiologie wesentlich gefördert haben. Sie wagten es als eine der ersten die in der übrigen Naturforschung bewährten Methoden auf das bis dahin noch so wenig zugängliche Gebiet des Lebens zu übertragen und die Vorgänge im Thierkörper als die Folge physikalischer und chemischer Wirkungen hinzustellen. Dabei vernachlässigten sie die Formen der Organisation nicht, sie beobachteten dieselben eifrigst mit dem Mikroskop und betrieben vergleichend-anatomische Studien, um aus den einfachsten Gestaltungen das für Alles Lebendige Charakteristische zu erkennen. Man

ersieht auch daraus, wie weit die Kenntnisse Dumas' durch seine eigenen Studien sich schon entwickelt hatten.

Die erste Frucht ihrer Thätigkeit war der Versuch einer genaueren Analyse des Blutes, welches man damals noch für einen ganz besonderen Saft hielt. Sie kamen durch die mikroskopische Untersuchung desselben auf den Gedanken, dass eine Gesammtanalyse desselben nur eine ungenügende Vorstellung geben könne, da es aus zwei ganz verschiedenen Theilen, aus geformten Gebilden und aus einer Flüssigkeit besteht. So stellten sie zuerst als Postulat der Blutanalyse die getrennte Analyse der Blutkörperchen und des Blutplasmas auf, welches noch heut' zu Tage angestrebt wird. Zu dem Zweck machten sie die Annahme, dass die Blutkörperchen mit Blutserum getränkt seien und daher alles Wasser des Blutes nur dem Serum angehöre; sie berechneten daher aus dem Wassergehalt des Blutkuchens die Quantität des darin eingeschlossenen Serums und so das Gewicht der trockenen Blutkörperchen. Da aber die Voraussetzung eine irrige war, so war auch das Resultat nicht richtig, aber doch die leitende Idee von bleibendem Werthe.

Sie beschäftigten sich dann, veranlasst durch den erschütternden Tod der Prinzessin Charlotte von England, mit Versuchen über die Transfusion des Blutes. Sie zeigten, dass ein in Folge grossen Blutverlustes dem Verenden nahes Thier in vielen Fällen sich wieder erholt, wenn ihm Blut derselben Gattung eingespritzt wird; sie haben zuerst die besonders wichtige Thatsache aufgefunden, dass auch defibrinirtes Blut den gleichen Erfolg hat; Blut einer anderen Thiergattung z. B. das Einspritzen von Säugethierblut in einen Vogel bringt zumeist tödtliche Erscheinungen wie ein narkotisches Gift hervor. Die beiden haben damit eine grosse Reihe von Untersuchungen eröffnet, welche erst in den letzten Jahren zu einigem Abschluss gelangt sind und die Angaben von Prevost und Dumas bestätigt haben.

Eine weitere wichtige Frage, welche die Freunde auf chemischem Wege (1823) zu beantworten unternahmen, war die, ob die Bestandtheile der Sekrete im Blute vorgebildet sind und durch die Drüsen einfach ausgeschieden oder ob dieselben in den letzteren erst erzeugt werden. Sie suchten den Entscheid durch Auschneiden der secernirenden Drüsen zu bringen: im ersteren Falle müssten sich dann die Bestandtheile des Sekretes im Blute anhäufen, im letzteren nicht. Als einfachster Fall bot sich ihnen die Exstirpation der Nieren dar, die ihnen ohne Verletzung des Bauchfells (bei Hunden, Katzen und Kaninchen) gelang; sie fanden darnach zum ersten Male den Harnstoff im Blute auf, was damals eine grosse Fertigkeit in der chemischen Analyse voraussetzte. Die Schlussfolgerung von Prevost und Dumas, dass der Harnstoff nicht erst in den Nieren entsteht, ist unverändert geblieben; die entgegengesetzten Angaben Einiger zeigen nur, dass nicht Jedermann im Stande ist, richtige Analysen auszuführen.

Höchst merkwürdig sind ihre Beobachtungen und Versuche über das Problem der Befruchtung, welche darthun, dass sie in der Benützung des Mikroskops für die Erforschung der Lebensvorgänge nicht weniger geschickt waren als in der der Chemie. Sie fanden, dass die sich bewegenden Samenfäden bei allen männlichen Thieren vorhanden sind und ohne sie keine Befruchtung des Eies statthat; denn wenn sie die Samenflüssigkeit ihrer Samenfäden beraubten, blieb die Entwicklung des Eies aus. Sie machten so zuerst auf die Bedeutung der Organisation, der eigenthümlichen Form, in der die Stoffe im Organismus sich finden, für die Lebensprocesse aufmerksam, was nicht selten dem Chemiker entgeht. Die Furchung als erstes Zeichen der Befruchtung des Eies blieb ihnen nicht verborgen, ja sie erkannten schon als Vorläufer von C. E. v. Baer, dass sich auch beim Säugethier von dem Eierstock ein durchsichtiges kleines Bläschen loslöst, das im Uterus zum Embryo sich ausbildet.

Lebhaft interessirte die Beiden das Zustandekommen der für das Thier so charakteristischen Erscheinung der Zusammenziehung der Muskeln, welche die Thätigkeit desselben nach Aussen hin bedingt. Sie untersuchten zunächst mit dem Mikroskop an dem durchsichtigen dünnen Brustmuskel des Frosches die Vertheilung der Nervenfasern und glaubten schlingenförmige Endigungen derselben wahrnehmen zu können; dann beobachteten sie die Veränderungen der Muskelfaser im Momente der Contraction und meinten dabei eine zickzackförmige Biegung derselben zu erkennen. In Folge davon stellten sie eine erste Theorie der Muskelcontraction auf, indem sie annahmen, dass, analog der von Ampère kurz vorher entdeckten Anziehung zweier paralleler, gleich gerichteter elektrischer Ströme, auch die Nervenfasern durch solche in ihnen verlaufende elektrische Ströme sich anziehen und nähern und so eine Beugung der Muskelfaser hervorrufen, die dann als Contraction zum Ausdruck kömmt. Während langer Zeit galt diese Hypothese von Prévost und Dumas, bis man erfuhr, dass es sich bei der Leitung in dem Nerven nicht um Aussendung elektrischer Ströme handelt, dass die Nervenenden im Muskel nicht Schlingen bilden, und dass die Zickzackbeugung der Muskelfaser bei der Erschlaffung derselben durch die Reibung an der Unterlage sich ausbildet.

Auch nach der Trennung von Prévost kam Dumas noch mehrmals auf physiologische Probleme zurück; seine Thätigkeit in dieser Richtung gehört zu seinen bedeutendsten Leistungen, die gleich hier im Anschluss an seine physiologischen Jugendarbeiten besprochen werden soll.

Man war unter Dumas' Mithülfe zur Ueberzeugung gelangt, dass der Thierleib aus den nämlichen Substanzen besteht, die er in der Nahrung erhält; es war eine der wichtigsten Stützen für diese Ansicht als zuerst Mulder (1838),

dann Dumas (1843) und Liebig (1842) die gleichen eiweissartigen Stoffe in den Pflanzen wie in den Thieren erkannten.

Durch dieses Studium der Eiweisssubstanzen wurde Dumas auch auf die Untersuchung der Milch der Pflanzen- und Fleischfresser geführt; er glaubte zu finden, dass der Milchzucker in der Milch des Fleischfressers nur dann auftritt, wenn er Pflanzenkost geniesst, was sich jedoch später als ein unbegreiflicher Irrthum erwies.

Sehr lebhaft war seine Betheiligung an der Frage über die Fettbildung im Thierkörper. Prout, Dumas, Boussingault und Payen hatten die Meinung ausgesprochen, dass dieses Fett wie die eiweissartigen Bestandtheile fertig gebildet aus der Nahrung stamme. Liebig dagegen liess das Fett aus den Kohlenhydraten der Nahrung sich bilden; und obwohl erstere darzuthun suchten, dass das in der Nahrung enthaltene Fett ausreiche, so gelang es doch Liebig in glänzenden Ausführungen zu zeigen, dass das in einer gemästeten Gans abgelagerte Fett nicht von der geringen Fettmenge in den verfütterten Maiskörnern herrühren oder das in der Milch einer Kuh entleerte Fett nicht in dem Futter enthalten sein könne. Die französischen Forscher bestätigten dies später durch ihre eigenen Untersuchungen und auch dass die Bienen bei Fütterung mit reinem Zucker noch Wachs bereiten, wie schon Huber gezeigt hatte. Obwohl also Liebig damals als Sieger aus dem Streite hervorging, so hatten die Versuche von Dumas und seinen Genossen doch zur Klärung dieser wichtigen Frage wesentlich beigetragen.

Noch im Jahre 1872 trat Dumas in den Streit über die Ursachen der Gährung ein, an dem die hervorragendsten Forscher wie Berzelius, Liebig, Pasteur, Nägeli etc. etc. betheiligt waren. Nach Liebig soll bekanntlich ein in chemischer Bewegung begriffener Stoff, ein Ferment, seine molekulare Bewegung auf andere Stoffe übertragen und sie zerlegen, wobei die Zelle ganz unbetheiligt ist; nach den

heutigen Vorstellungen ist es die Organisation, an und in der die Ursachen für die Zerlegung sich finden. Dumas trat letzterer Auffassung bei und suchte die Anschauungen von Berzelius und Liebig zum Theil durch Versuche über die Wirkung verschiedener Agentien auf die Gährung zu widerlegen.

Seine hervorragendste Leistung in dieser Richtung ist der berühmte Essai: „Leçon sur la statique chimique des êtres organisés (1841)“, in dem er die Consequenzen aus der Erkenntniss, dass die Thiere die Substanzen ihres Leibes fertig aus der Pflanze aufnehmen, zog, und die Pflanze als Reduktionsapparat, das Thier als Verbrennungsapparat bezeichnete. Die Pflanze baut darnach aus einfachen Bestandtheilen der Luft ihre complizirten Verbindungen auf, welche vom Thier aufgenommen und wieder in die gasförmigen Produkte der Luft zerlegt werden. Liebig, der in seinem Werke über die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie (1840), sowie in seinen Vorlesungen die gleichen Gedanken ausgesprochen hatte, beschuldigte Dumas anfangs eines Plagiats, wovon letzterer gewiss frei war. Es kommt nicht selten vor, dass bei einem bestimmten Stande des Wissens in mehreren Köpfen die nämlichen Ideen entstehen, und dass Dumas durch seine Vorarbeiten wie Liebig dazu befähigt war, ist nicht zweifelhaft. Der ganze Streit zwischen den beiden Rivalen ist übrigens jetzt gegenstandslos geworden, nachdem durch Dumas das merkwürdige Manuscript Lavoisier's vom Jahre 1792 entdeckt wurde, in dem die wechselseitigen Beziehungen des Pflanzen- und Thierlebens schon klar erkannt sind.

Neben seinen zeitraubenden physiologischen Arbeiten mit Prévost beschäftigte sich Dumas in Genf in den Jahren 1819 und 1820 auch mit rein chemischen Untersuchungen, namentlich mit Bestimmungen der Ausdehnung der zusammenge-

setzten Aether durch die Wärme, auf die er in späteren Jahren wieder zurückkam.

Eine zufällige, denkwürdige Begegnung mit Alexander v. Humboldt in Genf liess den 23jährigen jungen Mann erkennen, was ihm fehlte; sie bestimmte ihn nach Paris überzusiedeln, um die dort lebenden Meister in Physik und Chemie kennen zu lernen und die reichen Hilfsmittel dieser Stadt für wissenschaftliche Arbeiten zu benützen.

In ungeahntem Maasse erfüllte sich dorten das, was er wünschte. Die Bekanntschaft mit den grössten Gelehrten der damaligen Zeit, welche jungen Forschern im Interesse der Wissenschaft mit wahrhaft väterlicher Liebe die Wege ebneten, die Freundschaft mit aufstrebenden Talenten, wie Victor Audouin dem Zoologen, Adolphe Brogniart dem Botaniker, Henri Milne Edwards dem Physiologen gaben seinem Leben einen neuen Inhalt, und bald erkannte man den Werth des jungen Chemikers.

Er stieg rasch von Amt zu Amt. Nach kurzer Zeit wurde ihm die Stelle eines Repetitors der Chemie bei Thenard's Vorlesungen an der École Polytechnique anvertraut, ebenso die chemischen Vorträge am Athenäum. Um dem wissenschaftlichen Unterricht in den technischen Lehranstalten aufzuhelfen, gründete er mit Olivier und Péclet ohne Mithilfe des Staates die École centrale des Arts et Manufactures, in der eine grosse Zahl von tüchtigen Civilingenieuren ihre Ausbildung empfing; Dumas las dort längere Zeit die allgemeine analytische Chemie und war Vorsitzender des Aufsichtsrathes. Im Jahre 1832 erhielt er die Stelle Guy-Lussac's an der Sorbonne, die er bis 1868 bekleidete; nach dem Ausscheiden Thenard's wurde er 1838 Professor an der École Polytechnique, wo er bis 1840 verblieb; 1839 nach dem Tode von Deyeux bekam er die Professur an der École de Médecine.

Obwohl er anfangs durch die Vorbereitung für seine ersten Vorlesungen sehr in Anspruch genommen war, fand

er doch Zeit sich ein Laboratorium einzurichten und die Apparate für seine Arbeiten zusammenzustellen. Damit begann er die organischen Verbindungen, deren nähere Zusammensetzung noch fast ganz unbekannt war, zu untersuchen, wobei er mehrfach von den gleichen Fragen ausging wie Liebig und dann auch über die Erklärung der Erscheinungen manchmal in entschiedenen Gegensatz zu ihm gerieth.

So entfaltete er eine unermüdliche, von grossartigem Erfolge gekrönte wissenschaftliche Thätigkeit, aus der ich nur einige der hauptsächlichsten Leistungen herausheben kann.

Von fundamentaler Bedeutung für die Theorien in der Chemie wurde die Abhandlung „über einige Punkte der atomistischen Theorie 1826“, in der er Anschauungen über die Constitution der chemischen Verbindungen aufstellt, die schon so Manches von dem enthalten, was heut' zu Tage gelehrt wird. Unter der Annahme, dass in den Gasen die Atome in gleicher Entfernung von einander sowie in gleicher Anzahl sich befinden, und dann dass die Moleküle der einfachen Gase noch eine weitere Spaltung in Atome erleiden können, wie schon Ampère und später Avogadro voraussetzten, suchte Dumas die Atomgewichte aus der Gas- oder Dampfdichtigkeit zu ermitteln, für welche er eine Methode ersann, die eines der wichtigsten Hilfsmittel der chemischen Forschung geworden ist. So unterschied also Dumas schon zwischen physikalischen und chemischen Atomen, d. h. zwischen Molekül und Atom, obwohl er es nicht wagte, die letzten Folgerungen daraus zu ziehen. Er bestimmte auf diese Weise die Atomgewichte vieler Elemente, namentlich des Siliciums, wodurch die Anschauungen über die Constitution der so verbreiteten Kieselsäureverbindungen von Grund aus umgestaltet wurden. Er hielt darnach die Kieselsäure für ein Monoxyd, während Berzelius, die damals grösste Autorität in der Chemie, sie kurz vorher für ein Trioxyd erklärt

hatte; die Dumas'sche Ansicht erwies sich als die richtige und ist jetzt allgemein anerkannt.

Darnach nahm er die schon in Genf begonnene Untersuchung über die zusammengesetzten Aether in Gemeinschaft mit seinem Assistenten P. Boullay wieder auf. Dabei gelang es die Natur dieser zusammengesetzten Aether, die sie mit den Ammoniaksalzen verglichen, festzustellen und sie als Verbindungen des Aethers mit den Säureanhydriten zu erkennen. Durch Einwirkung von trockenem Ammoniak auf Oxalsäure-Aether erhielt er fast zu gleicher Zeit mit Liebig Oxamid und bei einem Ueberschuss des Oxalsäureäthers die entsprechende Amidosäure. Nach diesem Beispiel ist jetzt bekanntlich eine grosse Anzahl von Amiden und Amidosäuren dargestellt worden. Vor Allem aber hat man daraus klar erkannt, dass in den organischen Verbindungen die Prozesse nicht in anderer Weise vor sich gehen als in den unorganischen; es war dadurch eine der Schranken gebrochen, welche die beiden Gebiete der Chemie scheinbar unübersteigbar bis dahin getrennt hatte. Die sich daran anreihenden Auseinandersetzungen über die Natur von Alkohol und Aether, über Liebig's Aethyltheorie und Williamson's Darstellung der Aetherbildung sind wichtige Marksteine in der organischen Chemie geworden; Dumas behielt Recht, dass in dem Aethermolekül doppelt so viel Kohlenstoffatome vorkommen als im Alkoholmolekül, und Liebig, dass im Aether und Alkohol die Gruppe Aethyl sich findet.

Seine Hoffnung, aus Kohlensäure und Alkohol durch Einwirkung von Chlorkohlenoxyd auf wasserfreien Alkohol Zucker zu erhalten, wurde allerdings nicht erfüllt, wohl aber entdeckte er dabei den Chlorkohlensäureäther, der durch Ammoniak in Carbaminsäureäther sich umwandelt, wodurch er ein Gebiet erschloss, auf welchem später die wichtigsten Fortschritte gemacht worden sind.

Nicht minder bedeutungsvoll wurde die Auffindung neuer

Alkohole. Das Wesen des bei der trockenen Destillation des Holzes erhaltenen Holzgeistes blieb trotz Liebig's Untersuchung verborgen, bis Dumas im Verein mit Peligot, namentlich durch sein Verhalten zu Säuren, entdeckte (1837), dass es ein neuer Alkohol, der Methylalkohol, neben dem längst bekannten Aethylalkohol sei. Es währte nicht lange, so erkannten sie in dem aus dem Wallrath durch Chevreul abgespaltenen Aethal einen dritten Alkohol, den Cetylalkohol, und stellte Cahours einen vierten aus dem in dem Kartoffelbranntwein enthaltenen Fuselöl, dar, nämlich den Amylalkohol. Diese Entdeckung der vier Alkohole förderte im hohen Grade die Entwicklung der organischen Chemie und führte vor Allem zur Classification der organischen Verbindungen nach homologen Reihen.

Eine der ausgedehntesten und folgenreichsten Untersuchungen Dumas' ist die über die Einwirkung des Chlors auf organische Substanzen (1830), wobei sich ergab, dass das Chlor den Wasserstoff in organischen Verbindungen Atom für Atom vertreten könne; dies war der Ursprung der Theorie von der Substitution, welche geraume Zeit die Wissenschaft beherrschte und lehrte, dass es nicht so sehr die Qualität der elementaren Atome ist, welche einer organischen Verbindung ihre Eigenschaften verleiht als vielmehr die Zahl der Atome und die Anordnung der letzteren in den organischen Verbindungen. Die Erfahrungen in der anorganischen Chemie übertragend glaubte man früher, dass auch die organischen Verbindungen aus 2 näheren Bestandtheilen bestehen, welche wiederum Verbindungen aus je 2 Bestandtheilen sein können, bis zuletzt eine binäre Verbindung aus zwei elementaren Atomen sich ergäbe. Berzelius und seine Schüler bekämpften die Aufstellungen von Dumas aufs heftigste, sie gossen selbst Spott und Hohn darüber aus, aber bald gewannen Dumas' Ansichten die Oberhand, namentlich in Folge der Arbeiten von Laurent. Die Theorie Dumas' über die

Substitution hatte die folgenreichsten Wirkungen; aus ihr ging die Typentheorie hervor und nicht minder die Strukturformeln der heutigen organischen Chemie.

Bei Prüfung der Substitution des Wasserstoffs durch Chlor war von Liebig das Chloroform und das Chloral gefunden worden, aber Dumas gab erst die richtige Erklärung von deren Zusammensetzung und der Bildung des Chlorals aus dem Alkohol sowie seiner Zerlegung in Ameisensäure und Chloroform. Daran reihten sich seine wichtigen Untersuchungen über das Verhalten der Essigsäure und des Acetons zum Chlor, und seine Vergleichung der Acetyl- und Benzoylverbindungen.

Die Arbeiten von Dumas und Stas über die Einwirkung von Alkalien auf Alkohol und Aether, auf Glyzerin, Aldehyd, Aceton etc. wurden neue Stützen für die Substitutionstheorie. Aus dem Aethylalkohol entsteht die Essigsäure, aus dem Amylalkohol die Valeriansäure, aus dem Cetylalkohol die Palmitinsäure, aus dem Methylalkohol die Ameisensäure. Die beiden wiesen damals schon darauf hin, dass wie der Alkohol in die entsprechende Säure überzuführen ist, wohl auch die letztere in den ersteren verwandelt werden könne, was später auch wirklich gelang. Nachträglich (1843) erkannte Dumas die Beziehungen der aus den Alkoholen entstandenen Säuren zu einander und stellte er so die lange Reihe der Fettsäuren auf von der Ameisensäure bis zur Margarinsäure, die durch je ein CH_2 von einander verschieden sind; die anfangs noch fehlenden Zwischenglieder wurden seitdem eingereiht.

Schon 1839 hatte Dumas in einem ätherischen Oel, welches der Apotheker Pagenstecher in Bern aus den Blüthen von Spiraea ulmaria destillirt hatte, den Salicylwasserstoff entdeckt, der später auch in den Larven von Chrysomela populi gefunden, und aus Phenol und Chloroform gewonnen wurde. Jedermann weiss, ein wie grosses und fruchtbares

Gebiet der organischen Chemie aus diesen Anfängen entstanden ist.

Durch seine Untersuchungen über den Indigo wurde die Formel des Indigoblau und des Indigoweiss festgestellt, sowie die Sulfosäure des Indigo dargestellt. Endlich seien noch seine bedeutungsvollen Versuche über die Nitrile erwähnt: er fand das Cyanäthyl, das Methylcyamid etc., welche Verbindungen in der Entwicklung der organischen Chemie eine wichtige Rolle spielen.

Von grossem Einflusse war Dumas durch die Einführung genauer Methoden in die Chemie. Er interessirte sich wie Liebig lebhaft für die Vervollkommnung und Vereinfachung der Elementaranalyse organischer Verbindungen, sein volumetrisches Verfahren der Stickstoffbestimmung hat sich als das genaueste bewährt.

Seiner Methode der Dampfdichtebestimmung ist schon vorher gedacht worden. Seine genaue Ermittlung des Atomgewichtes des Kohlenstoffs aus dem Gewichtsverhältniss, in dem sich der Kohlenstoff mit dem Sauerstoff verbindet, entnommen, ist ein wahres Muster gewissenhafter Arbeit. In Folge davon wurde auch das Atomgewicht des Sauerstoffs und die Zusammensetzung des Wassers einer Prüfung unterzogen und zwar durch Reduktion grosser Mengen von Kupferoxyd mittelst Wasserstoffgas und Wägung des entstehenden Wassers. Daran schloss sich eine mit Boussingault ausgeführte Untersuchung über die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft an, bei welcher der Sauerstoffgehalt derselben aus der Gewichtszunahme glühenden Kupfers entnommen wurde.

Von ganz besonderem Werthe sind Dumas' Bestrebungen die Atomgewichte der Elemente festzustellen, die ihn lange Zeit und noch bis in die letzten Jahre seines Lebens fesselten; er bestimmte nach und nach die Atomgewichte von 30 Elementen. Es kam ihm dabei vorzüglich darauf an,

die Prout'sche Hypothese zu prüfen, nach der die Atomgewichte ganze Vielfache des Wasserstoffatomgewichtes sein sollten und welche darauf hinzuweisen schien, dass es nur eine einzige Materie gebe, welche in verschiedenen Zuständen der Dichtigkeit die verschiedenen Elemente darstelle.

Dumas war ein Meister klarer und schöner Darstellung und auch hierin glich er Liebig. Ausser seinen zahlreichen Abhandlungen, in welchen er die Resultate seiner Untersuchungen niederlegte, hat er die Wissenschaft mit grossen Werken bereichert. Zu diesen gehören sein Traité de Chimie appliquée aux Arts in 8 Bänden, 1828—1848, in welchem ein reiches Material von Thatsachen aus der chemischen Technologie angesammelt ist und der einen mächtigen Einfluss auf die Ausbildung der chemischen Technologie ausgeübt hat; es war darin gelungen, durch eine lichtvolle Darstellung der Theorie der in der Technik vorkommenden Prozesse die Industrie mit der Wissenschaft zu verknüpfen, woraus erstere seitdem so unendlichen Nutzen gezogen hat. Mit seinen Freunden Audouin und Ad. Brogniart gründete er schon 1826 die Annales des Sciences naturelles und von 1840 an war er Herausgeber der Annales de Chimie et de Physique. In seinen Leçons sur la Philosophie chimique (11 Vorlesungen im Collège de France 1836 gehalten) gab er eine meisterhafte Geschichte der Entwicklung der Chemie. Sein mit Boussingault 1841 herausgegebener Aufsehen erregender Essai de statique chimique des êtres organisés, nach einem in der École de Médecine am Schlusse der Vorlesungen gehaltenen Vortrag, ist früher schon erwähnt worden. Mit grösster Hingebung betheiligte er sich bei der Herausgabe der gesammelten Werke Lavoisier's, für den er die höchste Bewunderung hatte, die Jeder theilen muss, der seine Schriften kennt.

Wahre Muster sind Dumas' zahlreiche Gedächtnissreden auf verstorbene Naturforscher, in denen er nicht nur ein

getreues Bild ihres Lebens und Wirkens entrollt, sondern auch einen Ueberblick über den Zustand der Wissenschaft giebt und den Einfluss ihrer Arbeit auf die Entwicklung derselben in Betracht zieht. Ich nenne nur die Reden auf Bérard, Pelouze, Geoffroy St. Hilaire, de la Rive, die beiden Brogniart, Balard, Regnault, Rumford, Faraday und die beiden St. Claire Deville. Nicht minder vollendet und ergreifend sind seine Grabreden im Namen des Institutes oder als Vicepräsident des Erziehungsrathes, sowie seine Berichte über die Ertheilung der Tugendpreise für Handlungen selbstloser Hingebung. Wo es galt einen Redner zu finden, für festliche Gelegenheiten und Versammlungen, bei Preisvertheilungen etc., da kam man zu Dumas und man war sicher den besten gewählt zu haben.

Nicht minder bedeutend war Dumas als Lehrer. Er war ein Meister des Vortrags, seine Darstellungsweise war eine streng logische und klare, seine Sprache eine gewählte. Wie Liebig in Deutschland, so führten Dumas und Pelouze in Frankreich den Laboratoriumsunterricht in der Chemie ein, durch den zahlreiche junge Chemiker ihre Ausbildung empfingen. Anfangs (1832) hatte er auf eigene Kosten ein Laboratorium in der polytechnischen Schule eingerichtet, später (1839) in der Rue Cuvier, wo Piria, Stas, Wurtz etc. seine Schüler waren; nachdem er letzteres nach der Februarrevolution (1848) hatte aufgeben müssen, erhielt er ein solches unter dem Kaiserreiche in der Sorbonne, dann 1868 in der Ecole centrale.

Nach der Februarrevolution wurde Dumas aus der Laufbahn eines Gelehrten in die politische und administrative Thätigkeit gezogen, in der er nicht weniger rühmliches zu leisten bestimmt war. Zuerst wurde er von dem Arrondissement Valenciennes in die gesetzgebende Nationalversammlung gewählt; später wurde er Minister des Ackerbaues und des Handels, Senator, Präsident des Pariser Municipalrathes und

Münzmeister von Frankreich. Trotz der Ueberhäufung mit Geschäften in diesen Stellungen gab er seine wissenschaftlichen Arbeiten nicht ganz auf, stets behielt er das lebhafteste Interesse für den Fortgang der Naturwissenschaft und betheiligte sich an der Erörterung von Fragen, zu deren Beantwortung chemische Kenntnisse gehörten, wobei er seine grossen Erfahrungen zu verwerthen im Stande war. In seinen Aemtern hat er in vieler Beziehung höchst segensreich gewirkt, namentlich als Municipalrath für die Gesundheit von Paris, als es galt, diese grosse Stadt mit reinem Trinkwasser zu versorgen, die Beleuchtung zu verbessern, die Abfuhr der Fäkalien zu ermöglichen. Von hohem Werthe sind ferner seine Berichte über die Ursachen der Krankheit der Seidenraupe und über die Reblaus, durch welche Frankreich so unberechenbarer Schaden zugefügt wurde.

Mit dem Sturze des zweiten Kaiserreichs hatte seine politische Thätigkeit ihr Ende erreicht. Aber obwohl er schon 70 Jahre alt war, war für ihn nicht die Zeit der Ruhe gekommen, sondern er gab sich wieder der Förderung der Wissenschaft mit allem Eifer hin; er nahm lebhaften Antheil an der permanenten internationalen Meter-Commission zur Herstellung eines normalen Maasses und Gewichtes (1870), an der Ausrüstung der Expedition zur Beobachtung des Venusdurchganges (1872), dem internationalen Congress der Elektriker (1881).

Dass es einem Manne wie Dumas nicht an äusseren Ehren fehlen konnte, versteht sich von selbst; schon im Jahre 1832 wurde er Mitglied der Akademie der Wissenschaften, seit 1868 ständiger Sekretär derselben; 1845 Präsident der Gesellschaft für Förderung der National-Industrie. Er gehörte fast allen Akademien und gelehrten Gesellschaften an; 1843 erhielt er die Copley Medaille von der Royal Society, ebenso als Erster die Faraday Medal.

Im Winter 1884 fand es der Arzt für gerathen, den

Greis in ein wärmeres Klima, nach Cannes, zu senden; er befand sich daselbst sehr wohl und dachte schon daran nach Paris zurückzukehren; da sanken plötzlich die Kräfte und er verschied ohne Krankheit den 11. April 1884. Die Leiche wurde nach Paris überbracht und mit allen erdenklichen Ehren der Erde übergeben.[1])

Charles Adolphe Wurtz.

Unerwartet und noch in voller Kraft des Körpers und Geistes folgte Wurtz seinem grossen Lehrer Dumas, dem er wenige Wochen vorher am Grabe bewegte Worte gewidmet hatte, im Tode nach. Dumas' Wirken war vollendet und der Greis sah auf ein langes glorreiches Leben zurück; es war das Gefühl der Dankbarkeit und Hochachtung, das uns bei seinem Hingang erfüllte, an dem Grabe von Wurtz ist es der Schmerz um das Hinscheiden des geistvollen Mannes und schaffensfreudigen Forschers, der der Wissenschaft noch viel hätte nützen können. Wurtz wird, zugleich mit seinen zwei Elsässer Landsleuten, Gerhard und Laurent, immer zu den hervorragenden Chemikern gerechnet werden, die an dem Ausbau der organischen Chemie betheiliget waren, und er galt mit Recht nach Dumas als das Haupt der französischen chemischen Schule.

Wurtz war geboren zu Strassburg am 26. November 1817 als der Sohn eines deutschen Pfarrers an der dortigen protestantischen Kirche. Im Vaterhause empfing er strenge deutsche Sitte und den leichtbeweglichen französischen Geist, so dass er in glücklichster Weise die guten Eigenschaften beider Nationen in sich vereinigte. Der Vater hegte den Wunsch, dass der Sohn den gleichen Beruf erwähle, diesem scheint derselbe aber nicht zugesagt zu haben, denn im Jahre 1839 finden wir ihn als Studierenden der Medizin, von

1) Mit Benützung des Nekrologs von A. W. Hofmann in den Berichten der deutschen chemischen Gesellschaft, 1884, Jahrg. 17, S. 629.

welcher aus schon Manche zur Naturforschung geführt wurden.

Das Jahr 1841 brachte seine erste wissenschaftliche Arbeit über die Asphyxie durch das Leuchtgas, von Tourdes und Orfila veröffentlicht, die ihn in nähere Beziehungen zur Chemie führte, zu der er schon frühe eine besondere Vorliebe besass. Seine chemischen Studien begann er in Strassburg bei M. Cailliot; nachdem er dortselbst 1839 Chef des travaux chimiques durch eine These „sur l'Histoire chimique de la bile à l'état sain et à l'état pathologique“ geworden und 1843 zum Doktor der Medizin in Folge einer Dissertation über das Eiweiss und den Faserstoff promovirt worden war, gieng er zunächst auf einige Monate nach Paris zu Balard, und dann auf ein Jahr zu Liebig nach Giessen, wo er seine ersten selbständigen chemischen Untersuchungen, namentlich die über die Constitution der unterphosphorigen Säure, ausführte und mit den deutschen Chemikern, deren Arbeiten er genau kannte, Fühlung gewann; mehrere seiner besten Freunde wie A. W. Hofmann, Strecker, Kopp etc. hatte er bei diesem Aufenthalte erworben. So konnte Liebig das vergelten, was er als Anfänger von den Pariser Gelehrten empfangen. Nach seiner 1844 erfolgten Rückkehr aus Deutschland nahm ihn Dumas auf Empfehlung von Liebig als Präparator in sein Laboratorium auf.

Es gelang ihm nach 4 Jahren (1849) seine erste grosse Entdeckung der zusammengesetzten organischen Ammoniakverbindungen, die ihn mit einem Male in die erste Reihe der Chemiker erhob.

Schon im Jahre 1847 wurde er zum ausserordentlichen Professor für medizinische Chemie an der medizinischen Fakultät zu Paris erwählt und als nach 6 Jahren (1853) Dumas von dieser Schule zurücktrat, wurde Wurtz Titularprofessor an der genannten Fakultät. Im Jahre 1874 übernahm er dazu die Professur für organische Chemie an der Sorbonne.

In diesen Stellungen führte er in einem unscheinbaren Laboratorium in unermüdlicher Thätigkeit und in immer steigender Bedeutung eine grosse Reihe von Arbeiten aus, welche mit anderen die thatsächliche Grundlage bildeten für die heutigen atomistischen Theorien in der organischen Chemie. Aus allen seinen Untersuchungen geht das Bestreben hervor, über die innere Constitution des Moleküls und über die Anordnung der Atome in demselben Aufschlüsse zu erhalten.

Schon in seinen ersten Abhandlungen sprach er sich bestimmtest dahin aus, dass die die Moleküle der organischen Verbindungen zusammensetzenden Elemente nicht ohne Ordnung sich darin finden können. Fussend auf der Lehre Dumas' von der Substitution, Gerhardt's von den Typen und auf Liebig's Radikaltheorie hat er dieselben durch seine Untersuchungen und Reflexionen weiter ausbauen helfen.

Bei seinen Arbeiten über die Cyansäureäther (1845), und die zusammengesetzten Harnstoffe hatte er bemerkt, dass diese Substanzen nach der Behandlung mit Alkalien neben Alkalicarbonat ein alkalisch reagirendes Gas liefern, das er anfänglich für Ammoniak hielt; das Carbonat schloss aber nur einen Theil des Kohlenstoffes des Cyansäureäthers ein, das vermeintliche Ammoniakgas brannte und enthielt Kohlenstoff und so waren die zusammengesetzten Ammoniake (die Alkoholamine) gefunden. Er sprach sich zugleich dahin aus, dass man an Stelle von 1 Molekül Wasserstoff im Ammoniak ein Molekül Aethyl, Methyl, Amyl etc. bringen könne und dadurch Reihen von Verbindungen erhalte, welche in ihren Eigenschaften sich wie Ammoniak verhalten und aus dem Typus Ammoniak sich ableiten lassen. Liebig hatte schon vorausgesagt, dass aus 1 Aequivalent eines Alkoholradikals und 1 Aequivalent Amid Basen mit dem Charakter des Ammoniak entstehen müssten, und A. W. Hofmann dann auch in seiner Untersuchung über die flüchtigen organischen Basen diesen Gedanken bestätiget. Die Auffindung dieser organi-

schen Basen bereicherte die Wissenschaft mit einer Anzahl neuer Verbindungen und zeigte den Weg zur Erkennung der Constitution und künstlichen Herstellung der organischen Alkaloide, jener mächtigen Gifte und Arzneimittel, die im Leibe der Pflanzen erzeugt werden.

Daran reihte sich bald die denkwürdige Arbeit über die gemischten Alkohol-Radikale. Liebig vorzüglich hatte die organische Chemie die Chemie von den zusammengesetzten Radikalen genannt, die sich wie die Elemente der anorganischen Chemie verhalten. Kolbe und Frankland glaubten schon diese hypothetischen Radikale, die Elemente der organischen Verbindungen, isolirt zu haben, aber Wurtz that wie Gerhardt und A. W. Hofmann dar, dass sich diese Radikalen zu den wirklichen Radikalen verhalten, wie die Moleküle der einfachen Stoffe zu den Atomen, welche sie zusammensetzen. In dem Moment, in welchem die Radikal-Gruppen, die in den Alkoholen für 1 Aequivalent Wasserstoff eintreten, frei werden, vereinigen sich wie auch beim Wasserstoff je 2 Atome derselben nach Wurtz zu einem kleinsten Theilchen, einem Molekül. Diese letztere Ansicht, dass die Elemente in Freiheit nur in dem Zustande von verbundenen Atomen existiren und dass die physikalischen Atome durch chemische Agentien theilbar sind, war schon früher von Ampère, auch von Dumas und Laurent entwickelt worden, Wurtz jedoch brachte durch die Auffindung der gemischten Radikale einen Beweis für jene Hypothese. So wurde ein lange geführter Streit geschlossen und neue Anschauungen tauchten auf.

Von grösster Tragweite und wohl die hervorragendste war seine Untersuchung über die Glycole (1856). Berthelot hatte die Fette als Aether, das Glyzerin als einen dreiatomigen Alkohol bezeichnet und die mehratomigen Alkohole entdeckt; aber es blieb noch übrig die Lücke zwischen dem gewöhnlichen einatomigen Alkohol und dem dreiatomigen Glyzerin auszufüllen, also die zweiatomigen Alkohole zu finden und

die Ursache zu ermitteln, welche dem Molekül seinen mono- oder polyatomigen Charakter verleiht. Wurtz fand in den Glycolen diese zweiatomigen Alkohole. Im gewöhnlichen einatomigen Alkohol kann man sich in einem Molekül Wasser 1 Atom Wasserstoff vertreten denken durch das Radikal Aethyl; im Glyzerin sind in 3 Molekül Wasser, die zu einem einzigen vereint sind, 3 Atom Wasserstoff durch das Radikal $C^3 H^5$ ersetzt. Der diesem Radikal entsprechende gesättigte Kohlenwasserstoff ist nun nach Wurtz $C^3 H^8$, der beim Wegnehmen von 1, 2 oder 3 Atom Wasserstoff eine 1, 2 oder 3atomige Verbindung giebt. So ergaben sich als 2atomige Radikale das Propylen, Butylen, Amylen, Aethylen etc., die sich mit 2 Atom Chlor etc. verbinden und sich in die 2atomigen Alkohole, die Glycole, verwandeln lassen.

Jedes dieser Glycole liefert bei der Oxydation 2 Säuren, eine mit 3, die andere mit 4 Atomen Sauerstoff so z. B. die Glycolsäure, die Milchsäure, Oxalsäure, Bernsteinsäure etc., die dadurch in eine bestimmte homologe Reihe eingefügt wurden. Unter diesen Säuren zeigten sich, namentlich durch seine Untersuchungen über die Milchsäure (1858), die mit 3 Atom Sauerstoff als einbasische, die mit 4 Atom als zweibasische, so dass er als die Ursache der ein- oder zweibasischen Eigenschaften den ungleichen Gehalt der Radikale der Säuren an Sauerstoff erkannte. Durch diese Erkenntniss hat er den Anstoss zu unzähligen Arbeiten gegeben und mächtig auf die Entwicklung der atomistischen Theorien gewirkt. Er erblickte in letzteren und in den Strukturformeln jedoch nicht den Ausdruck der Wirklichkeit, sondern nur ein vorläufiges Mittel zur Orientirung in der Unzahl der chemischen Verbindungen.

Weiterhin entdeckte er einen neuen Alkohol im Kartoffel- oder Rübenöl, den Butylalkohol (1852), die Pseudoalkohole (1862), die Bildung der Phenole aus ihren entsprechenden aromatischen Kohlenwasserstoffen (1867), dann

die zahlreichen Produkte, die sich bei der Condensation der Aldehyde bilden, nämlich das Aldol und seine Abkömmlinge (1872); auch seine Bestimmungen der Dampfdichtigkeit vieler Körper förderten erheblich die chemische Theorie.

Als früherer Mediziner und als Lehrer an der medizinischen Fakultät war sein Interesse stets auch den chemischen Vorgängen im Thierkörper zugewandt. Er hat (1843) die Umwandlung von Blutfaserstoff in coagulables Eiweiss durch die Fäulniss dargethan, er gab ein Mittel zur Reindarstellung des Eiweisses an, er verfolgte die Veränderung des Fettes auf seinem Wege durch die Darmzotten, er fand den Harnstoff in dem Chylus und der Lymphe auf; aus den Melonen zog er ein Eiweiss verdauendes Ferment, ein wahres vegetabilisches Pepsin, aus (1879); vor Allem aber ist seine Synthese des Glyzerins aus Tribromallyl und des Neurins (1869), der aus dem Lecithin des Nervenmarks abspaltbaren organischen Base, durch Vereinigung des Aethylenoxyds mit Trimethylamin zu gedenken.

Wurtz war nicht nur ein berühmter Gelehrter, sondern auch ein gefeierter Lehrer; er war einer der wenigen französischen Chemiker, der eine grosse Schule begründete. Im hohen Grade der Rede mächtig, begeisterte er die Jugend für seine Wissenschaft, die er mit wahrem Enthusiasmus vortrug. Als er noch einfacher Agrégé für medizinische Chemie war, hatte er mit Charles Dolfus und Verdeil, die eben von Giessen zurückgekommen waren, ein kleines Laboratorium eröffnet; nach seiner Ernennung zum wirklichen Professor richtete er nur mit seinen eigenen Mitteln und denen seiner Schüler das berühmte Laboratorium ein, in welchem während 30 Jahren unter seiner Leitung so bedeutende Arbeiten hervorgingen. Seine Lehrthätigkeit war eine sehr bedeutende, man konnte ihn Dank seiner eisernen Gesundheit stets als Ersten und als Letzten im Laboratorium finden und in ihm, dem Laboratoire de perfectionnement, war seine

wahre Heimath, wo er mit seinen Schülern eine Familie bildete. Er besass alle die Eigenschaften, um die Liebe und Anhänglichkeit der Schüler zu erwerben; es war nicht nur die Klarheit und Lebhaftigkeit seines Vortrags, die Frische des Geistes, die Fruchtbarkeit der Gedanken, die ihm zahlreiche Schüler zuführten, sondern auch die Güte, die er allen nach Wahrheit Strebenden entgegen brachte, und die Selbstlosigkeit, mit der er ihnen mit Rath und That half. Nicht nur Franzosen fanden sich in seinem Laboratorium zusammen, aus allen Theilen der Erde strömten ihm die Schüler zu.

Daneben gewann er auch die Zeit literarisch thätig zu sein, und wie er Meister der Rede war, war er auch ein solcher des klaren Ausdrucks. Sein grosses Werk: Dictionnaire de chimie pure et appliquée, das er mit Freunden und Schülern herausgab (1868—1878), ist wohl ein klassisches Buch zu nennen. Ein kleines Büchlein: La Théorie atomique (1879) bespricht in seltener Verständlichkeit diesen schwierigen Theil der Chemie und ist in alle Sprachen übersetzt. Nicht minder anschaulich geschrieben sind seine Leçons élémentaires de chimie moderne (1867), die Philosophie chimique (1863), sowie sein Traité de chimie médicale (1864) und die Histoire des théories chimiques. Im Auftrage der französischen Regierung machte er zwei Mal Reisen, um die naturwissenschaftlichen Institute an den deutschen Universitäten zu besichtigen; die Frucht seiner Arbeit ist in dem vortrefflichen Berichte: Les hautes Études pratiques dans les Universités Allemandes (1870) niedergelegt; und Wurtz war glücklich darüber, durch seinen Einfluss neue Institute der Art in Frankreich entstehen zu sehen.

Nicht genug mit dieser anstrengenden Thätigkeit hat Wurtz auch zeitraubende Amtsgeschäfte übernommen. Wie Dumas suchte er seine Erfahrungen für seine Mitbürger nutzbar zu machen: er war Maire des 7. Arrondissements in Paris; als lebenslänglicher Senator der Republik (seit

1881) betheiligte er sich lebhaft an den Arbeiten, so z. B. durch Erstattung seines Berichtes über die Trichinenfrage, in dem er die in Deutschland gemachten Erfahrungen verwerthete; von 1866—1875 verwaltete er das schwierige Amt eines Dekans der medizinischen Fakultät; er war Präsident des Comité consultatif d'hygiène de France und eifriges Mitglied der Société de bienfaisance.

An äusserer Anerkennung fehlte es ihm nicht: er war seit 1854 Mitglied der Société royal zu London, seit 1856 Mitglied der Akademie der Medizin, seit 1867 Mitglied der Academie des sciences und Grosskanzler der Ehrenlegion.

Aus dieser glänzenden Stellung und aus einer grossen Thätigkeit wurde Wurtz noch in vollster Rüstigkeit des Körpers und Geistes, nach einer nur wenige Tage währenden Erkrankung abgerufen; er starb den 12. Mai 1884. Jeder, der ihn kennen zu lernen das Glück hatte, fand in ihm einen der liebenswürdigsten Menschen, denn was ihn vor Allem zierte, war sein edler Charakter, seine strenge Wahrheitsliebe und bei aller Würde die Einfachheit und Bescheidenheit seines Wesens.[1])

Hermann Kolbe

gehörte mit dem ihm im Tode vorausgegangenen Wurtz, mit A. W. Hofmann und Anderen zu den Chemikern, welche zunächst in die vorzüglich von Dumas und Liebig gebahnten Wege eintraten und sie mit aller Kraft weiter ausbauten, so dass in verhältnissmässig kurzer Zeit die organische Chemie aus einem fast unbekannten Gebiete eines der blühendsten

1) Mit Benützung der Nekrologe von: A. W. Hofmann: in den Berichten d. deutsch. chem. Ges. 1884 Jahrg. 17 S. 1207; M. A. Gautier: in der Revue scientifique 1884. 22. Nov.; M. Friedel: Bulletin de la Société chimique de Paris 1884. T. 41. No. 11; M. Friedel: Notice sur la vie et les travaux de Wurtz. Paris 1885.

und fruchtbarsten für die Wissenschaft geworden ist. Ueber vier Jahrzehnte thätig wird Kolbe unter diesen Pioniren, durch seine hervorragenden Verdienste um die Erkenntniss des inneren Zusammenhangs der organischen Verbindungen, stets mit in erster Reihe genannt werden.

Am 27. September 1818 wurde Kolbe in Elliehausen bei Göttingen geboren; sein Vater war Landgeistlicher, zuerst in Elliehausen, später in Stöckheim in Hannover, der die Tochter des Anatomen Hempel von Göttingen als seine Frau in das Pfarrhaus heimgeführt hatte. In ländlichen Verhältnissen aufwachsend, erhielt er von dem Vater, der als ein ausserordentlich energischer Charakter geschildert wird, den ersten Unterricht. Im 14. Lebensjahre kam Kolbe in das Gymnasium zu Göttingen. Schon am Gymnasium trat seine Neigung für die Chemie hervor. Der Zufall fügte es nämlich, dass einer seiner Mitschüler und Freunde v. Knesebeck mit dem damaligen Privatdozenten der Chemie an der Universität Bunsen bekannt war und sich dadurch naturwissenschaftliche und vorzüglich chemische Kenntnisse angeeignet hatte. Knesebeck hatte sich im Gartenhause seines Vaters eine Art chemischen Laboratoriums eingerichtet und Kolbe erhielt so die Gelegenheit allerlei chemischen Versuchen beizuwohnen, die seine Aufmerksamkeit und seinen Geist durch die Neuheit und Bedeutung der Erscheinungen bei der Wechselwirkung der Stoffe mächtig fesselten.

So kam es, dass er sich, als er 1838 an die Universität Göttingen übertrat, sofort in das Wöhler'sche Laboratorium aufnehmen liess. Seine wissenschaftliche Erstlingsarbeit über die Zusammensetzung des Getreidefuselöls, in dem er einige bis dahin übersehene Bestandtheile erkannte, erschien im Jahre 1842.

Bunsen, den er in Göttingen kennen gelernt hatte, war 1842 als Professor der Chemie nach Marburg berufen worden

und hatte Kolbe das Anerbieten gemacht ihn als Assistent dorthin zu begleiten. In Marburg erwarb er sich 1843 die philosophische Doktorwürde auf Grund einer Dissertation: über die Produkte der Einwirkung des Chlors auf Schwefelkohlenstoff. Schon diese Arbeit zeigte deutlich, wess' Geistes Kind er war und was aus ihm hervorgehen werde. Er entdeckte dabei das Chlorkohlensulfid und that dar, dass das Chlor den Schwefel des Schwefelkohlenstoffs in äquivalenten Mengen theilweise oder ganz verdrängen und vertreten könne. Obwohl er zugab, dass der Wasserstoff der organischen Verbindungen durch Chlor oder durch zusammengesetzte Radikale substituirt werden könne, war es ihm doch nicht möglich, sich der Substitutionstheorie von Dumas ganz anzuschliessen.

Im Jahre 1845 hat er seine Beobachtungen in dieser Richtung mit wesentlichen Ergänzungen in einer berühmten grundlegenden Abhandlung: Beiträge zur Kenntniss der gepaarten Verbindungen zusammengefasst. Ausser mehreren wichtig gewordenen Verbindungen theilte er darin die Synthese der Essigsäure, eines der ersten und schönsten Beispiele der künstlichen Herstellung einer organischen Verbindung nach der Synthese des Harnstoffs durch Wöhler, mit. Er zeigte, dass Kohlenstoffchlorid, bei Gegenwart von Wasser der Einwirkung des Chlors im Sonnenlichte ausgesetzt, in Chloressigsäure übergeht.

Nachdem er 3 Jahre in Marburg als Assistent bei Bunsen zugebracht hatte, gieng er auf Zureden des letzteren (1845) zu Frankland nach London, welcher einen mit der Gasanalyse vertrauten Gehilfen zur Untersuchung der Zusammensetzung der schlagenden Wetter nöthig hatte; Kolbe war diesen durch Bunsen damals zu einem hohen Grade der Vollendung gebrachten Methoden völlig Herr.

Den freundschaftlichen Beziehungen zu Frankland entsprangen mehrere wichtige gemeinsame Arbeiten, die in

London begonnen und dann in Bunsen's Laboratorium zu Marburg weiter geführt wurden. Es gelang ihnen, bei dem Bestreben aus den Fettsäuren die Kohlenstoff- und Wasserstoffhaltigen Radikale zu isoliren, die Nitrile d. i. die Cyanverbindungen der Alkoholradikale durch Erhitzen mit Kalilauge unter Entbindung von Ammoniak in die Kaliverbindungen von Fettsäuren mit derselben Anzahl von Kohlenstoffatomen wie die Nitrile überzuführen; aus Cyanäthyl erhielten sie die Propionsäure, aus Cyanmethyl die Essigsäure, aus Cyanamyl die Capronsäure. Damit war der Uebergang eines Alkohols in die Säure der benachbarten kohlenstoffreicheren Reihe dargethan, ein Verfahren, welches zu den am häufigsten angewendeten Reaktionen in der organischen Chemie wurde.

In London begann er auch seine bahnbrechenden Untersuchungen über die Einwirkung des galvanischen Stromes auf die organischen Verbindungen, in der Hoffnung, auf diese Weise die näheren Bestandtheile derselben oder die zusammengesetzten Radikale zu isoliren, wie es Davy für die Elemente der anorganischen Verbindungen geglückt war. Und in der That, es gelang ihm durch die Elektrolyse der Salze organischer Säuren die Radikale z. B. aus der Essigsäure das Methyl, aus der Valeriansäure das Valyl abzutrennen, die sich allerdings später durch Wurtz nicht als die eigentlichen Radikale erwiesen, da letztere ein doppelt so hohes Molekülargewicht besitzen.

Mitten in seinen wissenschaftlichen Arbeiten erhielt Kolbe von der Vieweg'schen Buchhandlung zu Braunschweig das Anerbieten, die Redaktion des von Liebig, Poggendorff und Wöhler begründeten Handwörterbuches der Chemie zu übernehmen. Er gieng darauf ein und verblieb von 1847 —1851 in Braunschweig, woselbst seine Zeit fast ganz durch die redaktionellen Geschäfte in Anspruch genommen war.

Es kann als ein glückliches Ereigniss für die Wissen-

schaft bezeichnet werden, dass ihn von dieser schriftstellerischen Beschäftigung ein Ruf an die Universität Marburg, von welcher Bunsen nach Breslau gekommen war, abzog und der Forschung und dem Lehramte zuführte. Von da nahm er im Jahre 1865 einen Ruf an die in hohem Aufschwunge befindliche Universität Leipzig an, wo er ein grosses, zweckmässig eingerichtetes Laboratorium erhielt. An beiden Orten entwickelte er eine intensive und fruchtbringende wissenschaftliche Thätigkeit.

Kolbe hatte sich aus seinen Erfahrungen Vorstellungen über die Constitution der organischen Verbindungen gebildet, die er nun durch den Versuch prüfte, woraus sich dann wiederum zahlreiche bedeutungsvolle Entdeckungen ergaben. In seiner Abhandlung: „zur Entwicklungsgeschichte der theoretischen Chemie 1859“ sprach er sich über die Natur der organischen Radikale, über die realen Typen, über den Zusammenhang der organischen mit den unorganischen Verbindungen aus; er hob die Analogie der Carbonsäuren als Derivate der Kohlensäure und der Sulfosäuren als Derivate der Schwefelsäure hervor, sowie dass die Fettsäuren Sauerstoffverbindungen der mit dem Doppeläquivalent Kohlenstoff verbundenen Radikale Wasserstoff, Methyl, Aethyl etc. seien, oder dass in dem Acetyl der Essigsäure, sowie in den übrigen fetten und aromatischen Säuren das Glied C_2 ausschliesslich den Angriffspunkt der Verwandtschaft für Sauerstoff oder Chlor bildet, das Methyl desselben dagegen ein indifferenter Paarling sei.

Auf solche Weise reformirte er die ältere Radikaltheorie der deutschen Chemiker, indem er die organischen Radikale auf ihren wahren Werth setzte, aber sich auch gegen die Annahme weniger formaler Typen der französischen Chemiker wandte. Die organischen Verbindungen erschienen ihm als Abkömmlinge anorganischer Verbindungen und aus diesen durch Substitutionsprozesse hervorgegangen. Er trug

auch zur Entwicklung der Lehre von der Sättigungscapacität der Elemente und der Valenz des Kohlenstoffs bei.

Im Jahre 1859 erschien seine merkwürdige Untersuchung über die Constitution und Basicität der Milchsäure, die er als Oxypropionsäure, das Alanin als Amidopropionsäure, das Glycocoll als Amidoessigsäure erkannte, woraus sich ihm die rationelle Zusammensetzung der Oxy- und Amidosäuren ergab.

Nicht minder bedeutungsvoll war seine Arbeit über die Constitution und die Basicität der Salicylsäure, welche er als Oxyphenylkohlensäure kennen lehrte. Er stellte (1859 und 1872) durch Behandlung von Phenolnatrium mit Kohlensäure salicylsaures Natron dar, dessen fabrikmässige Herstellung dadurch gelungen war.

Es glückte Kolbe in Folge seiner Ideen über die Constitution der organischen Verbindungen viele der letzteren richtig zu deuten oder ihre Existenz vorauszusagen. So stellte er die Beziehungen der Aepfelsäure und Weinsäure zu der Bernsteinsäure fest, deutete die Asparaginsäure als Amidobernsteinsäure, erklärte den Vorgang bei der Strecker'schen Synthese des Taurins, das er als Amidoäthylsulfonsäure bezeichnete. Die Synthese der Ameisensäure aus rein anorganischen Stoffen, aus Kohlensäure, aus Kalium und feuchter Luft wird stets eine der interessantesten Thatsachen der organischen Chemie sein. Er bewirkte die Ueberführung der Monocarbonsäuren in kohlenstoffreichere Dicarbonsäuren z. B. der Chloressigsäure in die Malonsäure. Aus seiner Ansicht über die Constitution des Aethylalkohols kündigte er das Vorkommen und Verhalten sekundärer und tertiärer Alkohole an.

Die in seinem Laboratorium ausgeführte Bildung des Harnstoffs aus Kohlensäure und Ammoniak, sowie der Oxalsäure aus Kohlensäure mittelst Kalium sind für die Erforsch-

ung der Vorgänge im Thier- und Pflanzenleibe wichtige Synthesen geworden.

Er machte die Entdeckung eines Farbstoffs, des Corallins durch Einwirkung von Schwefelsäure auf Phenol und Oxalsäure. 1872 erhielt er bei dem Bestreben die Nitroessigsäure darzustellen die einfachste Nitroverbindung, das Nitromethan. Seine letzte Untersuchung war die über das Isatin.

In dieser Weise hat Kolbe durch Auffindung wichtiger Thatsachen und durch die Erkenntniss der Constitution vieler Verbindungen die organische Chemie in hohem Grade gefördert und seinen guten Antheil an den theoretischen Ansichten der Neuzeit genommen.

Seine Verdienste um die Wissenschaft erfuhren daher auch vielseitige Anerkennung. Er war Ehrenmitglied der Universitäten zu Kasan und Kiew, der Edinburgh Royal Society, Ehrendoktor der Medizin der Universität Tübingen, und Besitzer der grossen Davy-Medaille der London Royal Society.

Kolbe war aber auch ein vorzüglicher Lehrer sowohl für Anfänger in der theoretischen Vorlesung als auch für die im Laboratorium Arbeitenden. Er verstand es seine Schüler für seine Wissenschaft zu interessiren, er regte sie zu weiterem Denken an und gab ihnen Aufgaben, die sie in die Forschung einführten. Er hatte eine grosse Schule, deren Arbeiten in zwei Bänden aus der Marburger und der Leipziger Zeit gesammelt sich finden.

Auch seiner literarischen Thätigkeit muss gedacht werden. Ausser der schon erwähnten Betheiligung an dem Handwörterbuch der Chemie hat er ein ausführliches Lehrbuch der organischen Chemie (1856—1864), das in geschichtlicher Hinsicht bemerkenswerth ist, und später ein kurzes Lehrbuch der Chemie (1877—1883) herausgegeben; von 1870 an hatte er die Redaktion des von Erdmann übernommenen Journals

für praktische Chemie. Alle seine Arbeiten sind in musterhafter Weise und mit seltener Klarheit geschrieben.

Durch seine eigenartigen theoretischen Ansichten, die er mit grosser Gewalt festhielt, kam er häufig, namentlich in der letzten Zeit seines Lebens, in schroffen Widerspruch mit anderen Chemikern. Die Lehre von der Verkettung der Atome hielt er für eine unglückselige Verirrung; er glaubte aus vielen neueren Arbeiten schliessen zu müssen, dass die Anhänger der Strukturtheorie durch ihre Formelbilder wirklich die räumliche Lagerung der Atome in dem Molekül ausdrücken wollten, während er überzeugt war, dass eine solche Erkenntniss für die Wissenschaft nicht möglich ist. Wenn er bei der Bekämpfung seiner Gegner nicht selten zu heftig wurde und über die sachliche Behandlung der Fragen hinausgieng, so muss doch daran festgehalten werden, dass er dabei nur der Wahrheit zum Siege zu verhelfen trachtete. Der energische und für die Wissenschaft begeisterte Mann stritt auch mit ganzer Kraft für das, was er für wahr hielt.

Kolbe wurde aus dem nur der Arbeit gewidmeten Leben und mitten aus der Arbeit unerwartet rasch am 24. November 1884 abberufen.[1])

Robert Angus Smith

war im Jahre 1817 in Schottland geboren. Er besuchte zuerst die Grammar School und bezog dann die Universität in Glasgow. Es war der Wunsch seiner Eltern, dass er sich dem geistlichen Stande widme, aber das starre Dogma der schottischen Hochkirche sagte dem talentvollen und strebsamen Jünglinge nicht zu, während ihn die Naturwissenschaften immer mehr fesselten, besonders die damals in hohem Aufschwunge befindliche Chemie.

1) Unter Benützung der Nekrologe von A. W. Hofmann in den Berichten der deutsch. chem. Gesellschaft 1884 No. 18. Jahrgang 17. S. 2809 und von E. v. Mayer im Journal f. prakt. Chemie 1885.

Nachdem er mehrere Jahre lang in seinem Vaterlande sich durch Privatunterricht fortgebracht hatte, begab er sich nach Giessen, wo Liebig so viele begeisterte Schüler aus allen Ländern um sich versammelt hatte. Es war um die Zeit, wo auch Wurtz, Hofmann, Strecker etc. im Giessener Laboratorium ihre ersten wissenschaftlichen Arbeiten machten.

Nach seiner Zurückkunft nach England lebte er in Manchester und trat als Assistent bei Lyon Playfair ein, welcher eben mit seinen Arbeiten über Gegenstände der öffentlichen Gesundheitspflege beschäftigt war. Smith musste ihn dabei unterstützen und so kam es, dass er sich selbst mit solchen Problemen abzugeben anfing.

Seine zahlreichen und lange Zeit fortgesetzten Untersuchungen über Luft und Wasser haben Aufmerksamkeit erregt. Er prüfte den Gehalt der Luft an Sauerstoff in Städten und auf dem Lande, auf Bergen und in Niederungen, bei nebligem und klarem Wetter und in Wohnräumen; in ähnlicher Weise ermittelte er die Kohlensäuremenge der Luft in Städten in England und auf dem Continent, in Spitälern, Gefängnissen, in Bergwerken vor und nach dem Sprengen mit Pulver, dann die Veränderungen der Luft beim Verbrennen von Kerzen in luftdicht verschlossenen Räumen, sowie beim Athmen des Menschen; in letzterer wollte er allerlei Stoffe nachgewiesen haben z. B. eine organische, eiweissähnliche Substanz. Auch das in Städten und auf dem Lande gefallene Regenwasser unterwarf er einer genauen Untersuchung auf seine anorganischen und organischen Bestandtheile, für deren Bestimmung er genaue Methoden angab. Er machte ferner Untersuchungen über die Zusammensetzung des Kloakenwassers, über Desinfektionsmittel, über einige physiologische Wirkungen der Kohlensäure und über die Rinderpest.

Alle seine Arbeiten sind mit grosser Gewissenhaftigkeit und Sorgfalt ausgeführt, wenn auch die darauf verwendete Mühe den Ergebnissen nicht ganz entspricht. In seinem

umfangreichen Werke Air and Rain (1877) sind die Resultate seiner Arbeiten in dieser Richtung zusammengefasst; er bezeichnet dasselbe als den Anfang einer chemischen Klimatologie.

Durch einen besonderen Umstand wurde später seine Thätigkeit auf eine andere Bahn gelenkt. Die Sodafabriken hatten in England eine so bedeutende Ausdehnung erreicht, dass zwischen den Fabrikanten und den Umwohnern in Folge der Luftverunreinigung zahlreiche Prozesse entstanden. Schliesslich sah sich die Gesetzgebung genöthigt die Sache zu ordnen und im Parlament (1863) die sogenannte Alkali-Act durchzusetzen, durch welche ein die Aufsicht führender Generalinspektor für die Sodafabriken aufgestellt wurde. Diesen Posten erhielt Smith, für den er auch in hohem Grade geeignet war. Mit grossem Eifer und Erfolg nahm er sich der Sache an, wie die jährlich erscheinenden Reports under the Alkali Act darthun, in denen er eine Menge von Beobachtungen und Erfahrungen in dieser Beziehung zusammenstellte.

Smith erwarb sich aber noch in anderer Richtung erhebliche Verdienste. Er gab auf Veranlassung des schottischen Paraffinfabrikanten James Young, eines Freundes von Graham, eine Prachtausgabe der chemischen und physikalischen Untersuchungen dieses berühmten Naturforschers (1876) heraus. Seine ferneren geschichtlichen Werke, die History of the atomic Theory, sein Memoir of Dalton, seine History of the Manchester Philosophical Society haben seinen Namen in weiteren Kreisen bekannt gemacht.

Smith war Vicepräsident der Society of Arts and Sciences in Manchester und ordentliches Mitglied der Royal Society in London.

In der letzten Zeit kränkelte er; er verliess desshalb Manchester und zog nach Colwyn Bay in der Nähe von

Llandudno. Dorten starb der verdienstvolle liebenswürdige Mann am 11. Mai 1884.[1])

Maximilian Perty

ordentlicher Professor der Zoologie und Naturgeschichte an der Universität Bern, gestorben am 8. August 1884, stand zu unserer Akademie in näherer Beziehung durch die wissenschaftliche Bearbeitung der Insektensammlungen des hiesigen Naturalienkabinetes.

Er war geboren den 17. September 1804 in dem fränkischen Städtchen Ornbau in Bayern. Sein Vater, aus Ungarn stammend, war damals Administrator bei der Johanniter-Ordens-Commende Kleinerdlingen, seine Mutter war aus Nördlingen, woselbst anfangs die Familie im grosselterlichen Hause wohnte. Der Vater trat aber bald als Rechnungskommissär in den bayerischen Staatsdienst ein und siedelte nach München, dann nach Tölz über.

Schon in frühester Jugend erwachte bei dem Knaben die Neigung zu der Natur. In dem reizend gelegenen Tölz, an dem Austritte der reissenden Isar aus den Bergen, sammelte er die schönen Alpenpflanzen, auch allerlei Thiere und Mineralien; er setzte diese seine Thätigkeit eifrig fort als er durch die Versetzung seines Vaters als Oberinspektor in das Finanzministerium 1813 wieder nach München gekommen war und das Gymnasium und Lyzeum besuchte. Die Naturgeschichte und die deutsche Literatur zogen ihn mehr an als die alten Sprachen; häufig machte er zu früher Morgenstunde Exkursionen in die an Pflanzen reiche Umgebung von München, streifte sammelnd durch Wald und Flur zur grossen Unzufriedenheit seines Vaters, der derlei Bestrebungen für

1) Mit Benützung der Nekrologe in der Chemical News Vol. 49. No. 1277 p. 222 und von A. W. Hofmann in den Berichten d. deutsch. chem. Gesellschaft, 1884 Jahrg. 17 No. 9. S. 1211.

nutzlos hielt und auch einmal einen Theil der erbeuteten Gegenstände fortwarf. So hatte Perty schon im 14. Lebensjahre eine naturhistorische Sammlung, Pflanzen, Insekten, Conchylien und Mineralien zusammengebracht, er zeichnete Thiere und Pflanzen, besah dieselben mit einem von ihm erworbenen Mikroskope und las Bücher naturgeschichtlichen Inhalts.

Als er 1823 an die Universität Landshut übertrat, stand schon länger in ihm der Entschluss fest, sich den Naturwissenschaften zu widmen und zwar vor Allem der Zoologie als derjenigen Wissenschaft, welche, wie er sagte, zur Erkenntniss des Menschen führt.

Dem Drängen des Vaters nachgebend, inscribirte er sich jedoch in Landshut als Mediziner, er unterliess aber nicht, sich weitere Kenntnisse in der Zoologie zu verschaffen und studirte mit Eifer die Werke von Buffon, Réaumur, Swammerdam und Bichat. Im Jahre 1825 trat er in die medizinische Akademie zu München ein, wo er namentlich Döllinger hörte; 1826 wurde er in Landshut, kurz vor der Verlegung der Universität nach München, zum Doktor der Medizin promovirt. Da er aber nicht im Sinne hatte, praktischer Arzt zu werden, so erwarb er sich in Erlangen 1828 auch den Doktorgrad in der Philosophie durch eine Dissertation: Descriptiones novorum insectorum.

Im Auftrage von Schubert begann nun 1827 Perty gegen eine geringe Einnahme die Insekten der zoologischen Sammlung der Akademie zu ordnen; dabei hatte er Gelegenheit, die Bekanntschaft von vielen daselbst verkehrenden Naturforschern zu machen.

Es war damals in München ein grosser Aufschwung in den Wissenschaften, den Künsten, sowie den Gewerben eingetreten; auch in der Naturforschung herrschte zu dieser Zeit an der Universität ein besonders reges Leben und Treiben, obwohl man dieselbe nicht selten als eine ganz sterile bezeichnet. Es lehrte Oken, der die Einzelthatsachen unter

allgemeine Gesichtspunkte zusammenzufassen und zu verbinden bestrebt war und dadurch Fragen von weiter Bedeutung anregte; es wirkten Männer wie Döllinger, Reichenbach, Fraunhofer, Steinheil, Fuchs, Schrank, Walther; Spix und Martius waren eben von ihrer berühmten Reise aus Brasilien mit ungeahnten Schätzen zurückgekehrt, deren Bearbeitung viele junge Naturforscher anzog. Ich brauche nur die Namen von Hugo v. Mohl, Agassiz, Alexander Braun, Schimper, den beiden Schulz, Zuccarini, Sendtner zu nennen, um eine Vorstellung von dem wissenschaftlichen Geist der damaligen Zeit zu geben.

Auch Perty erhielt davon seinen Antheil, indem ihm von Martius die Beschreibung der brasilianischen Gliederthiere übertragen wurde. Von 1830 bis 1834 arbeitete er rastlos an dem Werke, das eine Menge neuer Formen und Thatsachen enthüllte. (Delectus animalium articulatorum, quae collegerunt in Brasilia Spix et Martius.)

Im Jahre 1831 habilitirte er sich als Privatdozent für Zoologie und allgemeine Naturgeschichte mit einer Schrift: Observationes nonnullae in Coleoptera Indiae orientalis; schon vorher hatte er in dem Saale eines Bräuhauses über Entomologie Vorträge gehalten, wobei Agassiz und Alex. Braun zu seinen Zuhörern zählten, später las er über wirbellose Thiere, dann über allgemeine Naturgeschichte und Zoologie.

Mohl, der mittlerweile als Botaniker nach Bern gekommen war, empfahl Perty für die an der dortigen Akademie erledigte Lehrstelle der Zoologie, welche er auch im Jahre 1833 erhielt.

Als 1834 die Berner Akademie in eine Universität umgewandelt wurde, hatte er sich bereits so sehr das allgemeine Vertrauen errungen, dass man ihm die ordentliche Professur für Zoologie und Naturgeschichte übergab. 41 Jahre lang, von 1834—1875, bekleidete er diese Stelle und trug durch unablässige Arbeit seinen guten Theil zum Gedeihen der

Hochschule bei. Neben den vielen Vorlesungen wurde der Grund zu einer zoologischen Sammlung gelegt und die naturgeschichtlichen Studien eifrig fortgesetzt. In den verschiedensten Zweigen der Naturgeschichte sammelte er rastlos Erfahrungen, wodurch er sich ein sehr umfassendes und vielseitiges Wissen errang, das er weiter zu verwerthen trachtete. Perty hat die Wissenschaft nicht mit bahnbrechenden Entdeckungen bereichert und ihr keine neuen Gebiete erschlossen, aber er hat als getreuer Arbeiter an dem Ausbau derselben mitgeholfen.

Als eine Frucht dieser Bestrebungen und mühevoller Arbeit erschien 1837—1845 in 4 Bänden seine allgemeine Naturgeschichte als philosophische und Humanitätswissenschaft, in welcher er im Geiste seines Lehrers Oken die Naturgeschichte von allgemeinen Gesichtspunkten aus darzulegen sich bestrebte.

Perty hatte schon frühe die Vervollkommnung der Mikroskope mit Eifer verfolgt und sich eine grosse Fertigkeit in der Handhabung dieses für die Zoologie so wichtigen Instrumentes angeeignet, sich auch für die mikroskopischen Thiere sehr interessirt. Dadurch und durch die Untersuchungen Ehrenberg's und Dujardin's über die mikroskopischen Lebensformen angeregt, begann er von 1847 an ernstere mikroskopische Beobachtungen, namentlich über die niederen Thiere der Berner Gegend, deren Resultate grösstentheils in dem Werke: zur Kenntniss kleinster Lebensformen (1852) niedergelegt sind, und wodurch er in Gegensatz zu Ehrenberg's Anschauungen gebracht wurde; er hat durch dieses Werk unsere Kenntniss über die geographische Verbreitung der Infusorien erheblich gefördert. In Gemeinschaft mit Agassiz und Gould gab er (1855) das Lehrbuch der Zoologie heraus, dessen spezieller Theil ihm ganz zufiel.

Perty besass nicht nur ein Interesse für die organisirten Wesen, sondern für die ganze Natur, er wollte nicht nur

Thatsachen finden, sondern er war zugleich bemüht, den Zusammenhang des Einzelnen zu erkennen. In dieser Weise hing er mit den Bestrebungen der Naturphilosophie zusammen, deren Entwicklung in seine Jugendzeit fiel, nur bewahrte er sich vor den Ausschreitungen der letzteren, indem er stets von der Thatsache ausging und an sie seine Betrachtungen anknüpfte und nicht die Thatsachen ohne sorgfältige Beobachtung, nur durch das Denken, zu ermitteln glaubte.

In diesem Streben kam er auch zu der Beobachtung der Erscheinungen des Seelenlebens der Thiere und zu dem Studium des körperlichen und geistigen Lebens der Völker, woraus seine Werke: über das Seelenleben der Thiere (1865) und die Anthropologie als die Wissenschaft von dem körperlichen und geistigen Wesen des Menschen (1874) hervorgingen.

Der Drang, die Geheimnisse der Natur zu durchschauen, führte ihn auch dazu, über die Phänomene des sogenannten Lebensmagnetismus, das Hellsehen etc. Beobachtungen anzustellen, über welche er in seinem Buch über die mystischen Erscheinungen der menschlichen Natur (1861) berichtete.

Perty suchte aufrichtig mit seltener Pflichttreue und Arbeitsliebe die Wahrheit zu erkennen; diesem seinem idealen Sinne entsprach ein tief religiöses und poetisches Gemüth, welche Eigenschaften es auch waren, die den freundlichen und bescheidenen Gelehrten bei Allen beliebt machten.[1])

---

1) Mit Benützung von: Perty, Erinnerungen aus dem Leben eines Natur- und Seelenforschers des 19. Jahrhunderts 1879; Allgemeine Zeitung, Beilage, 24. August 1884; Prof. Studer, Grabrede, Intelligenzblatt für die Stadt Bern 1884.

Friedrich von Stein

ist in Prag, wo er seit fast 30 Jahren an der Universität als Professor der Zoologie und Zootomie thätig war, am 9. Januar 1885 im 67. Lebensjahre gestorben. Er hat durch seine Arbeiten über die Infusorien die Kenntniss von dem Leben dieser niederen thierischen Organismen wesentlich gefördert.

Stein war am 3. November 1818 geboren. Während seiner Studien und wissenschaftlichen Ausbildung hatte er das Glück Johannes Müller näher zu treten, der ihn besonders für die vergleichende Anatomie, wie Alle, welche seine klaren und gedankenreichen Vorlesungen hörten, begeisterte.

Im Jahre 1847 wurde Stein auf Grund seiner bedeutenden Kenntnisse in letzterem Fache als Custos der Universitätssammlung und als Oberlehrer für Naturgeschichte an der damaligen Gewerbeschule in Berlin angestellt; später kam er in gleicher Eigenschaft an die Forstschule zu Tharand und dann 1856 als Professor der Zoologie nach Prag.

Schon im Jahre 1838 begann er seine literarische Thätigkeit mit der Herausgabe einer Abhandlung über die Entwicklungsgeschichte mehrerer Insektengattungen. Dies führte ihn zu der Anatomie der Insekten, über welche er ein umfangreiches, mit vielen Abbildungen versehenes Werk veröffentlichte.

Durch seine Untersuchungen über die Entwicklung und Wanderung der Bandwurmembryonen gab er wichtige Aufschlüsse über die Entstehung der Eingeweidewürmer.

Stein's grösste und bedeutungsvollste Leistungen, die vor Allem seinen wissenschaftlichen Ruf begründeten, beziehen sich auf die Infusorienwelt, über deren Naturgeschichte und Entwicklungsgeschichte er sorgfältige Studien machte, deren Resultate er in Zeitschriften und mehreren Monographien (1854—1859) niederlegte. Dieselben bilden nicht blos

Ergänzungen der bekannten Arbeiten von Ehrenberg über die Infusorien, sie geben vielmehr in ganz anderer Richtung die wichtigsten Aufschlüsse über diese so interessanten niederen Thierorganismen, indem Stein hauptsächlich deren Fortpflanzung und Entwicklung verfolgte, während Ehrenberg's Untersuchungen sich auf die äusseren Formen, die Systematik sowie die geographische Verbreitung dieser Thiere beschränkten.

Stein war seit 1857 Mitglied der Wiener Akademie, seit 1861 auswärtiges Mitglied unserer Akademie. Er war ein stiller, echter Gelehrter, dessen ganzes Leben dem emsigen Studium gewidmet war; obwohl er einmal (1875) das Rektorat an der Universität Prag inne hatte, und zwar als erster Protestant seit 200 Jahren, nahm er doch an den nationalen Bewegungen und Gegensätzen an der Prager Universität nur wenig Theil. Von seinen Schülern und Genossen im Amte war er wegen seines liebenswürdigen Charakters und seiner Kenntnisse in hohem Grade verehrt und geachtet.

Johann Christian Gustav Lucae,

Dr. phil. und med., Professor der Anatomie an dem Senckenbergischen Institute zu Frankfurt a. M. starb am 3. Februar 1885 in Folge einer Lungenentzündung. Er war einer alten Frankfurter Familie entsprossen. Sein Vater, Samuel Christian Lucae, war anfangs Professor der Anatomie und Physiologie an der medizinisch-chirurgischen Spezialschule in Frankfurt, später Professor der Pathologie an der Universität Marburg und starb, als der Sohn sieben Jahre alt war.

Gustav Lucae war zu Frankfurt am 14. März 1814 geboren, kam bald in das Erziehungsinstitut des Pfarrers Bang in Grossfelden bei Marburg, dann in das Gymnasium zu Frankfurt und bezog darnach 1833 die Universität Marburg, später die Universität Würzburg, um Medizin zu studiren. Er promovirte 1839 in Marburg als Doktor und liess sich 1840 in Frankfurt als praktischer Arzt nieder.

Seine gründlichen anatomischen und naturwissenschaftlichen Kenntnisse veranlassten die so segensreich wirkende Senckenbergische naturforschende Gesellschaft, ihm (1845) die zoologischen Vorlesungen an ihrem Institute zu übertragen, 1851 erhielt er die Stelle als Lehrer der Anatomie an der anatomischen Anstalt der Gesellschaft und 1863 verlieh ihm der Senat der Stadt bei Gelegenheit des Jubiläums der Senckenbergischen Stiftungen den Titel als Professor. Im Jahre 1876 feierte er unter allgemeiner Theilnahme sein 25jähriges Jubiläum als Dozent.

Lucae war mit grossem Eifer und reichem Erfolg als Lehrer thätig und er erwarb sich dadurch wesentliche Verdienste um die Frankfurter Aerzte; auch am Städel'schen Kunstinstitut wirkte er als Lehrer der Anatomie für Künstler.

Lucae hat sich als anatomischer Forscher und Schriftsteller einen guten Namen gemacht. Seine Abbildungen der menschlichen Skeletttheile als Unterlagen zu der mattgeschliffenen Glastafel haben weite Verbreitung beim anatomischen Unterricht gefunden.

Besondere Verdienste hat er sich durch seine kraniologischen und anthropologischen Studien erworben, die er durch seine neue Methode geometrischer Zeichnungen besonders lehrreich gemacht hat. Seine Untersuchungen sind zumeist in den Abhandlungen der Senckenbergischen Gesellschaft und in dem Archiv für Anthropologie erschienen. Von denselben seien nur erwähnt: Der Pongo- und Orang-Schädel in Bezug auf Species und Alter (1854); zur Morphologie der Racenschädel (1859); über Schizosoma reflexum (1862); die Hand und der Fuss, Beitrag zur vergleichenden Osteologie der Menschen, Affen und Beutelthiere (1864); der Schädel des pananischen Maskenschweins und der Einfluss der Muskeln auf dessen Form (1869); die Robbe und die Otter in ihrem Knochen- und Muskelskelett (1872); zur

Sutura transversa squamae occipitis bei Thieren und Menschen (1884).

Das Leben des geraden und edlen Mannes war ganz dem Dienste der Wissenschaft gewidmet.[1])

John Lawrence Le Conte

war als der Sohn des unter den Entomologen rühmlichst bekannten Major John Eaton Le Conte den 18. Mai 1825 zu New-York geboren. Nach dem frühen Tode der Mutter widmete sich der Vater ganz der Erziehung seines einzigen Kindes. Schon auf der Schule zeigte der Knabe eine besondere Vorliebe für die Naturwissenschaften, vor Allem für die Zoologie, die er offenbar von seinem Vater erhalten hatte. Zunächst in St. Mary's College in Maryland vorbereitet trat er 1842 in das College für Aerzte in New-York ein und erwarb sich dortselbst 1846 das Doktordiplom. Er machte nun ausgedehnte Reisen nach den grossen Seen, nach Californien, nach Panama, in die Wüste von Colorado, um Naturobjekte zu sammeln auf Gebieten, wo der Wissenschaft fast Alles noch neu war. Die erbeuteten Schätze wurden nach der Rückkehr gründlich studirt und bearbeitet.

Im Jahre 1852 siedelten die beiden Le Conte, Vater und Sohn, nach Philadelphia über, wo sie von nun an wissenschaftlich thätig waren. Die emsige Arbeit wurde nur zwei Mal unterbrochen, das eine Mal durch den Ausbruch des gewaltigen nordamerikanischen Bürgerkriegs, während dessen er von 1862—1865 als Oberarzt seine medizinischen Kenntnisse für das Vaterland verwerthete, das andere Mal 1869—1872, wo er eine längere Reise durch Europa unternahm, um die Museen zu besuchen und Studien zu machen.

---

1) Nekrologe in d. Allg. Zeitung vom 6. Febr. 1885 im Hauptblatt S. 535; in der Frankfurter Zeitung v. 5. Febr. 1885 und in dem Frankfurter Journal vom 5. Febr. 1885.

Le Conte hat auf verschiedenen Gebieten der Zoologie wissenschaftliche Arbeiten ausgeführt, die ihn als einen gründlichen und kenntnissreichen Gelehrten erweisen. Unter diesen haben insbesondere die zahlreichen entomologischen Abhandlungen, welche grösstentheils in den Transactions, sowie in den Proceedings der Academy von Philadelphia erschienen sind, ihm die allgemeine Anerkennung der Sachkundigen erworben; er war es der zuerst die Coleopteren Amerikas in wissenschaftlicher Weise bearbeitete.

Hervorzuheben ist von denselben seine 1850 erschienene Monographie der Käferfamilie der Pselaphiden, dann seine Beschreibung der Borkkäfer Nordamerikas, die Bearbeitung der Classe Rhynchophora, und die Classifikation der nordamerikanischen Coleopteren, die er mit George H. Horn 1882—1883 herausgab.

Ausser seinen entomologischen Schriften lieferte er auch Beiträge zur Geologie und Paläontologie, besonders seine Berichte über die Vermessungen für die Pacific-Eisenbahn, wobei er als Geologe betheiligt war.

Le Conte war stets gern bereit zu rathen, wo er konnte und bei der Bestimmung von Sammlungen behilflich zu sein. Er stand unter den nordamerikanischen Naturforschern in hohem Ansehen; er war bis 1874 Präsident der amerikanischen Gesellschaft der Wissenschaften, ebenso der amerikanischen entomologischen Gesellschaft und Vicepräsident der amerikanischen philosophischen Gesellschaft.

Er starb nach längerem Leiden zu Philadelphia am 15. November 1883.[1])

---

1) Mit Benützung des Nekrologs von George H. Horn in der Science, Friday, December 21. 1883. p. 783 und in den Proceed. Amer. Philos. Soc. Vol. XXI. No. 114 p. 294.

Karl von Vierordt,

ordentlicher Professor der Physiologie an der Universität Tübingen, gehörte zu denjenigen deutschen Physiologen, welche, anfangs der vierziger Jahre, besonders nach dem leuchtenden Vorbilde von Joh. Müller und von Liebig, bestrebt waren, auch zur Erforschung der Lebenserscheinungen die Methode einzuführen, welcher die Physiker und Chemiker alle ihre Erfolge verdanken, sowie die damaligen Errungenschaften der letzteren für die Erkenntniss der Vorgänge im thierischen Organismus zu verwerthen. Wir verdanken ihm eine Anzahl von Arbeiten und Methoden, aus welchen sich bei ihrer weiteren Ausbildung umfangreiche und bedeutungsvolle Lehren der Physiologie entwickelten und durch welche er dazu beigetragen hat, die Lehre vom Leben auf den Standpunkt zu erheben, den sie heut' zu Tage einnimmt.

Karl Vierordt wurde den 1. Juli 1818 zu Lahr in Baden als der Sohn des damaligen Diakonus, späteren Lyzeumsdirektors in Karlsruhe, C. F. Vierordt, geboren. Schon frühe scheinen die Naturwissenschaften den talentvollen Jüngling gefesselt zu haben, denn noch im Gymnasium besuchte er naturwissenschaftliche Vorlesungen am Polytechnikum zu Karlsruhe. Im Herbste des Jahres 1838 bezog er die Universität Heidelberg, um Medizin zu studiren; dort waren mehrere hervorragende Forscher seine Lehrer: die beiden Altmeister Friedrich Tiedemann und Leopold Gmelin, auch Theodor Bischoff, der eben die physiologische Vorlesung übernommen hatte. Er setzte seine Studien an der Universität zu Göttingen, wo er den Anatomen Langenbeck und den Chemiker Wöhler hörte, dann in Heidelberg und in Berlin fort. In Berlin besuchte er, obwohl schon in höheren Semestern stehend, mit Eifer die Vorlesungen über Physiologie und vergleichende Anatomie bei Johannes Müller, der ihm durch seine geistvolle Darstellung wie so Vielen die

mächtigste Anregung zur Physiologie gab. Nachdem er im Dezember 1840 die medizinische Staatsprüfung gemacht hatte, promovirte er (1841) nach einem weiteren Aufenthalte in Berlin und Wien zu Heidelberg.

Vierordt liess sich nun zunächst in seiner Vaterstadt Karlsruhe als praktischer Arzt nieder und wurde Oberchirurg und dann beim Militär Oberarzt. Aber die Praxis allein genügte dem kenntnissreichen und strebsamen jungen Manne nicht, wobei ihm ohne die Hilfsmittel, wie sie jetzt die physiologischen Institute jungen Gelehrten darbieten, der innige Verkehr mit dem Physiker Eisenlohr von besonderem Nutzen war.

Die erste bedeutungsvolle Frucht seiner Thätigkeit war die im Jahre 1845 erschienene Schrift: „Physiologie des Athmens, mit besonderer Rücksicht auf die Ausscheidung der Kohlensäure". Es waren damals durch die Entwicklung der organischen Chemie und vorzüglich durch das mächtige Eingreifen Liebig's, dessen Schrift: „Die Thierchemie oder die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie" im Jahre 1842 erschienen war, die Fragen über den Einfluss verschiedener Agentien auf die Zersetzungen im Thierkörper von Neuem angeregt worden und so hatte Vierordt mit höchst einfachen Methoden an sich selbst den Einfluss der Tageszeit, der Temperatur, des Luftdrucks, der Verdauung, der körperlichen Bewegung und namentlich des Rhythmus der Athembewegungen auf die Grösse der Kohlensäureausscheidung untersucht. Wenn auch schon vor ihm namentlich Lavoisier die Wirkung der Temperatur der umgebenden Luft, der Nahrungszufuhr und der Muskelanstrengung mit dem gleichen Resultate geprüft hatte und seine Versuche die Bedeutung der Aussentemperatur sowie der Nahrungsaufnahme nicht vollständig erkennen liessen, so war doch ihre grosse Anzahl von Werth. Namentlich aber waren seine Experimente über den Einfluss der Athembeweg-

ungen vollständig neu und es sind ihre Resultate noch heute gültig; allerdings haben sie erst später ihre richtige Deutung dahin erfahren, dass die dabei beobachteten Verschiedenheiten der Kohlensäureausscheidung lediglich durch den Grad der Anstrengung der Athemmuskulatur bedingt werden. Er sprach sich bestimmt dahin aus, dass die Erscheinungen der Respiration sich ganz allgemein auf die Gleichgewichtsverhältnisse zurückführen lassen, in welchen die in den Organen, im Blute und in den Lungen enthaltenen Gase zu einander stehen, und dass der Gaswechsel aus dem Blute das Resultat combinirter physikalischer und chemischer Kräfte sei. Die Schrift des praktischen Arztes Dr. Vierordt erregte durch die in ihr enthaltenen Versuche sowie durch die Schlussfolgerungen gerechtes Aufsehen. Darnach beschäftigte er sich in einer Arbeit „zur Physik des organischen Stoffwechsels, 1848" mit der damals besonders durch Dutrochet's Beobachtungen wieder angeregten Frage der Osmose, des gegenseitigen Austausches zweier Flüssigkeiten durch eine thierische Membran hindurch, wodurch man eine Zeit lang auf höchst einfache und ausschliesslich physikalische Weise den Uebertritt von Stoffen in und aus den Zellen und Geweben erklären zu können glaubte; seine Untersuchungen haben wesentlich die Kenntniss von den Vorgängen bei diesem Austausche gefördert, indem er erkannte, dass sich die Menge des zum Wasser übergehenden Salzes sowie die dabei stattfindende Volumänderung proportional der Concentration der Lösung verhält und dass ein bestimmter Zusammenhang zwischen der Menge des austretenden Salzes und des eintretenden Wassers besteht.

Die Folge dieser Arbeiten war, dass Vierordt im Sommer 1849 einen Ruf als ausserordentlicher Professor für theoretische Medizin an die Universität Tübingen erhielt, wo er zunächst Vorträge über allgemeine Pathologie und Therapie, über Arzneimittellehre und Geschichte der Medizin zu halten

hatte; nach Amelung's Weggang übernahm er auch die Vorlesungen über Physiologie; 1855 wurde er zum ordentlichen Professor der Physiologie befördert, womit die definitive Abtrennung der letzteren Disciplin von der Anatomie eintrat. Damit hatte er die Stellung erlangt, in der er nach seinen Fähigkeiten und seinen Neigungen forschend und lehrend thätig sein konnte und in der er bis zu seinem Lebensende verblieb.

Zunächst befasste er sich mit der Aufgabe der Zählung der Blutkörperchen in einem abgemessenen Blutvolum mittelst des Mikroskopes (1852 und 1854). Er erfand dafür eine Methode, die allerdings später noch einfacher und sicherer gestaltet worden ist, mit Hilfe deren es ihm gelang die Zahl dieser für die Funktion des Blutes so wichtigen Gebilde so genau, als es für eine erste Annäherung zu wissen nöthig ist, zu bestimmen, womit er ein für die Physiologie und die Pathologie des Blutes gleich bedeutungsvoll gewordenes Gebiet eröffnete.

Noch folgenreicher wurden seine Arbeiten über den Arterienpuls (1855), wobei er zum ersten Male versuchte, am unversehrten Organismus den Puls auf einen langen Fühlhebel zu übertragen und durch diesen den Ablauf der Ausdehnung und des Zusammensinkens der Arterienwand beim Vorübergleiten der Pulswelle aufzeichnen zu lassen. Durch diese seine Bemühungen wurde der Grund zu einer wissenschaftlichen Pulslehre, der wir viele Aufschlüsse über die Vorgänge im gesunden und kranken Organismus verdanken, gelegt und zugleich der Anstoss zur Erfindung mannigfacher Apparate, die jetzt zur graphischen Darstellung des Pulses und zu ähnlichen Zwecken angewendet werden, gegeben.

Mehrere seiner Abhandlungen beschäftigen sich mit den Erscheinungen des Blutumlaufes. Nachdem vorher Volkmann mit dem Haemodromometer die Blutgeschwindigkeit in

grösseren Blutgefässen bestimmt hatte, lehrte Vierordt mit einem eigenen Instrumente, dem Haemotachometer, das nach dem Prinzipe des hydrometrischen Pendels gebaut ist, dieselbe zu messen. Es gelang ihm dann das Strömen der Blutkörperchen in den Capillaren der Netzhaut seines eigenen Auges in der Gefässdruckfigur wahrzunehmen und dadurch die Geschwindigkeit des Blutes in den Capillaren des lebenden Menschen zu ermitteln. Er verbesserte ferner das Hering'sche Verfahren zur Bestimmung der Dauer eines ganzen Blutumlaufs im Körper. So entstanden die Materialien zu seinem Buche über die Erscheinungen und Gesetze der Stromgeschwindigkeiten des Blutes (1858), in dem er die von ihm und Anderen gewonnenen Thatsachen zusammenfasste und eine Reihe von Gesetzen über den Blutlauf bei verschiedenen Thieren aufstellte. So fand er z. B. dass die zu der Gewichtseinheit des Thieres in einer bestimmten Zeit geführte Blutmenge bei kleinen Thieren beträchtlicher ist als bei grossen, eine Thatsache, die erst in neuerer Zeit ganz verständlich geworden ist.

Auf dem Gebiete der Sinnesphysiologie hat sich Vierordt ebenfalls grosse Verdienste erworben. Indem er mit seinen Schülern die Feinheit des Ortssinns und Raumsinns an den verschiedenen Stellen der Haut prüfte, fand er, dass die Feinheit des Ortssinns einer Körperregion, die immer als Ganzes bewegt wird, proportional den mittleren Abständen dieser Region von der gemeinsamen Drehungsaxe ist, d. h. von der relativen Grösse der Exkursionen abhängt, welche der Hautpunkt bei den Bewegungen des betreffenden Körpertheils um die zugehörige Axe ausführt. In seinem Buche: „der Zeitsinn nach Versuchen (1868)" verfolgte er die mannigfachen Leistungen des Zeitsinns in den wichtigsten Sinnesgebieten, sowie in der Ausführung von willkührlichen Bewegungen und in der Vorstellung von Zeitgrössen.

In seinen in den Jahren 1871, 1873 und 1876 erschie-

nenen spektralanalytischen Arbeiten war es ihm geglückt, eine höchst genaue Methode ausfindig zu machen, durch die Messung des Grades der Absorption der Lichtstrahlen an bestimmten Stellen des Spektrums den Gehalt von Lösungen an gefärbten Stoffen zu bestimmen, und so eine quantitative chemische Analyse solcher gefärbter Stoffe, namentlich des Blutfarbstoffes, zu ermöglichen. Diese Methode ist sicherlich noch weiterer Ausdehnung und Anwendung fähig.

In seinen letzten Lebensjahren beschäftigten ihn vorzüglich Probleme der Akustik; er erfand einen einfachen Apparat zur Messung der Schallstärke und machte Versuche über Leitung und Schwächung des Schalles.

Seit Anfang des Jahres 1884 traten bei ihm die Folgen eines Herzfehlers in hohem Maasse und überraschend schnell hervor. Nachdem er sich in klarer Erkenntniss der Unheilbarkeit seiner Krankheit und der gebrochenen Arbeitskraft die Enthebung von dem Amte, das er getreu während 35 Jahren verwaltet hatte, erbeten, erlag er den zuletzt qualvollen Leiden am 22. November desselben Jahres.

Vierordt's Freude und Genuss war die Arbeit. Obwohl in der Wissenschaft unermüdlich, sah er doch die Lehrthätigkeit als seinen eigentlichen Beruf an; er war ein vorzüglicher Lehrer für Mediziner und er wurde in dieser seiner Aufgabe wesentlich dadurch gefördert, dass er in früheren Jahren selbst Fühlung mit der praktischen Medizin und den Bedürfnissen des Arztes gewonnen hatte. Er war ausserdem ein allgemein gebildeter und allezeit patriotisch fühlender, echt deutscher Mann.[1])

---

1) Zum Theil nach Nekrologen in dem Staats-Anzeiger für Württemberg 1884 No. 280 und in der Schwäbischen Chronik des Schwäbischen Merkurs 1884 No. 289.

George Bentham,

welcher am 10. September 1884 zu London im Alter von 84 Jahren starb, war der erfahrenste Kenner der Pflanzenwelt, der erste der systematischen Botaniker unserer Zeit, der mit wahrhaft philosophischem Geiste bestrebt war, Ordnung in die ebenso zahlreichen wie mannigfaltigen Formen und Gebilde der Vegetation zu bringen. Von seinen gewaltigen Leistungen bekam Jeder eine Vorstellung, der den berühmten botanischen Garten zu Kew bei London gesehen, wo er mit seinem Freunde Hooker die reichsten Pflanzen-Sammlungen der Erde aufgehäuft hat. Die zahllosen Besucher dieses herrlichen Gartens lassen sich zumeist auch durch die Arbeitsräume der Vorstände und durch die Sammlungssäle führen, und der Engländer ist stolz auf den Mann, der es verstanden hat, so reiche wissenschaftliche Schätze zusammenzubringen.

George Bentham hat eine merkwürdige und ereignissreiche Jugend- und Bildungszeit durchgemacht, bis er endlich dazu gelangte, sich ausschliesslich seiner Lebensaufgabe zu widmen. Lange Zeit, fast sein halbes Leben hindurch, betrachtete er sich nur als Dilettanten in der Botanik, obwohl er schon höchst bedeutende Werke in derselben veröffentlicht hatte.

Er wurde geboren in Stoke, einem Dorfe in der Nähe von Portsmouth, am 22. September 1800 als der zweite Sohn des damaligen Inspektors der kgl. Seemagazine, späteren Generals Sir Samuel Bentham, der in der Schiffsbaukunst grosse Erfahrungen besass.

Als George noch ein kleiner Knabe war, wurde sein Vater, der schon in seiner Jugend in russischen Civil- und Militärdiensten gestanden, von der englischen Regierung nach St. Petersburg entsandt, um den Schiffsbau für die englische Flotte in Russland zu überwachen, woselbst er mit seiner

Familie 2 Jahre (1805—1807) verblieb. Dorten war es, wo der junge George sich die Kenntniss der russischen, französischen und deutschen, auf der Rückreise auch der schwedischen Sprache aneignete und dadurch den Grund zu seiner ausgebreiteten Sprachkenntniss legte, die ihm später so nützlich werden sollte.

Beim Ausbruch des Krieges (1807) zwischen Russland und Frankreich wurde der General Bentham wieder in die Heimath zurückberufen; er lebte mit seiner Familie zunächst zu Hampstead, zog aber nach dem Friedensschlusse und der Verbannung Napoleons nach der Insel Elba nach Frankreich, wo die Familie, namentlich in den südlichen Provinzen von 1814—1826 an verschiedenen Orten herumzog und theilweise ein wahres Nomadenleben führte.

Dorten nun wurde zuerst die Neigung des 15jährigen Knaben für die Botanik geweckt. Seine Mutter, die Tochter eines schottischen Arztes, liebte die Pflanzen und hatte sich De Candolle's Flore française angeschafft. Der talentvolle Sohn hatte das Buch in die Hand bekommen und wurde durch dasselbe angeregt, sich nach den darin enthaltenen Tafeln in der Bestimmung der Pflanzen zu versuchen. Die erste Pflanze, welche er so bestimmte, war Salvia pratensis, die ihm anfangs viel Mühe verursachte, aber schliesslich doch richtig von ihm erkannt wurde.

Durch diesen Erfolg aufgemuntert studirte er die Pflanzen der Umgegend von Angoulême und Montauban (bei Tour), woselbst er als Student der protestantischen theologischen Schule eingezeichnet war, aber auch ausser den Vorlesungen über Mathematik, Hebräisch und Philologie eifrig die Botanik, auch Zeichnen und die Musik betrieb.

Auch in den nächsten Jahren blieben seine Studien und Neigungen noch sehr verschiedener Art; er trieb Botanik, beschäftigte sich mit Insekten, aber auch mit Fragen der

Philosophie und zwar mit seinem Freunde John Stuart Mill, der bei den Bentham's (1820) auf einige Monate zu Gaste war.

Von diesen ausschliesslich wissenschaftlichen Bestrebungen wurde er abgelenkt durch die Uebernahme der Verwaltung eines grossen väterlichen Gutes bei Montpellier, dessen Ertrag er durch seinen Fleiss und seine geschickten Anordnungen sehr hob. Aber jede ihm gegönnte freie Zeit verwendete er dazu, in den Pyrenäen und den Cevennen Pflanzen zu sammeln und zu untersuchen. Die dabei gemachten reichen Erfahrungen wurden in seinem ersten 1826 veröffentlichten botanischen Werke, dem „Catalogue des plantes indigènes des Pyrénées et du Bas-Languedoc" verwerthet. In diesem Buch erwies er schon seinen Scharfsinn im Beobachten und seine kritische Begabung.

Bei einer im Interesse des Gutes unternommenen Reise nach England überbrachte er seinem Onkel, dem Rechtsgelehrten und Philosophen Jeremy Bentham, eine in seinen Mussestunden gemachte Uebersetzung von dessen Chrestomathie in's Französische. Dabei lernte er mehrere hervorragende Botaniker Englands persönlich kennen; einen derselben, Walker Arnott aus Edinburgh, überredete er mit nach Frankreich zu gehen, um in den Pyrenäen zu botanisiren.

Bald darnach gab die Familie Bentham das Gut zu Montpellier auf und kehrte in ihr Heimathland zurück. Nach mancherlei Berathungen über den zu ergreifenden Beruf, bei welchen sein Onkel Jeremy sich betheiligte, trat George in Lincolns Inn ein, um sich der Jurisprudenz zu widmen. Er gab mehrere juridische Schriften heraus, auch erschien sein verdienstliches Werk „Grundriss eines neuen Systems der Logik 1827", jedoch wurde die Botanik nie vernachlässigt. In seiner juristischen Laufbahn brachte er es zum Advokaten und führte als solcher (1832) seinen ersten und letzten Prozess. Da starb sein Onkel und hinterliess ihm sein Vermögen, wodurch die übrigen Beschäftig-

ungen immer mehr zurückgedrängt wurden, so dass er sich schliesslich ganz der systematischen Botanik der Phanerogamen und der Pflanzengeographie widmete.

Schon im Jahre 1826 war er zum Mitglied der Linnean Society erwählt worden; 1829 übernahm er auf Zureden seiner Freunde John Lindley und Joseph Sabine das Amt eines Sekretärs bei der Horticultural Society, welche Gesellschaft durch seine langjährige umsichtige Leitung und grosse Aufopferung zu hoher Bedeutung gelangte.

Die letztere Gesellschaft entsandte damals Sammler nach entfernten, in botanischer Hinsicht nur wenig bekannten Ländern. Die so gewonnenen Schätze an Pflanzen wurden von Bentham zum Theil mit Lindley verwerthet, indem aus den mitgebrachten Samen die Pflanzen gezogen, in den Schriften der Gesellschaft beschrieben und die Doubletten freigebig an auswärtige Museen abgegeben wurden. Dadurch wurden viele für Nordamerika und namentlich für Californien und das Oregongebiet charakteristische Pflanzen, die jetzt in den Gärten eingebürgert sind, den Botanikern und Blumenzüchtern bekannt. Seine ersten Veröffentlichungen der Art aus der aussereuropäischen Flora liessen ihn als tüchtigen Beobachter der Pflanzen erkennen: er erhielt in Folge davon vielfach die von englischen Reisenden gesammelten Herbarien zur Bearbeitung. Auf solche Weise entstanden z. B. die Plantae Hartwegianae (1839—57) mit der californischen Sammlung, welche die von Kunth herausgegebenen Nova Genera et Species Plantarum aus demselben Gebiete an kritischer Sichtung übertreffen, oder die Botany of the Voyage of H. M. S. Sulphur (1844) mit der Beschreibung von Pflanzen des nordwestlichen Amerika und Ostasiens.

Bentham's erste und umfangreichste Monographie „Labiatorum genera et species 1832—36", in welcher er ein Beispiel dafür lieferte, wie man die grösseren Herbarien zur

Prüfung und Bestimmung der Typen mit heranzuziehen habe, machte ihn auch in weiteren Kreisen bekannt und begründete seinen Ruf als einen der gründlichsten Kenner der Pflanzenwelt. Die grosse Familie der Leguminosae bearbeitete er in seinen Commentationes de Leguminosarum Generibus in den Annalen des Wiener Museums, woselbst er bei Endlicher den Winter 1836—37 zubrachte. Darauf folgten seine werthvollen Beiträge für den Prodromus De Candolle's, die gründlichen Bearbeitungen der Familien der Polemoniaceen (1845), der Scrophulariaceen (1846), der Labiaten (1848) und einiger kleinerer Familien.

Auch mit unserem verstorbenen berühmten Botaniker und unvergesslichen Classensekretär Martius trat Bentham in Verbindung durch Betheiligung an dessen grossem Werke, der Flora Brasiliensis, für welche er (1859—1862) zwei Bände mit der Bearbeitung der Leguminosen lieferte. Für die von Hooker begründeten Floren der Colonien schrieb er die Flora Hongkongiensis (1862) und unter Beihilfe von Baron Ferdinand v. Müller, des Botanikers zu Melbourne, die umfassende Flora Australiensis (1863—1878) in 7 Bänden, die er im Alter von 60 Jahren begann und mit 77 Jahren vollendete.

Ausserdem hat er eine grosse Anzahl von Abhandlungen, zumeist in Hooker's Journal, oder in den Schriften der Londoner Linne'schen Gesellschaft oder in den Schriften der Direktion des Gartens zu Kew veröffentlicht; seine Monographien des Genus Cassia und der Ordnung der Mimosae können als wahre Muster betrachtet werden. Bei seinen jährlichen Ansprachen als Präsident der Linnean Society, die einen Band von bleibendem Werthe füllen, behandelte er allgemein wissenschaftliche Fragen mit gründlichem Urtheil und ausgebreiteten Kenntnissen; vor der Brittish Association for the Advancement of Science berichtete er in aus-

gezeichneter Weise über die Fortschritte und den Stand der systematischen Botanik.

Unstreitig sein hervorragendstes Werk und die Hauptaufgabe seiner wissenschaftlichen Thätigkeit, in dem er die reichen Erfahrungen seines langen Lebens verwerthete, sind die mit Sir Joseph D. Hooker in 3 Bänden (1862—1883) herausgegebenen Genera Plantarum ad exemplaria imprimis in herbariis Kewensibus servata definita. Der grössere Theil dieses für die systematische Botanik wichtigsten Werkes rührt von Bentham her: er giebt darin eine auf eigene Beobachtungen und Untersuchungen gegründete Neubearbeitung der Gattungen und Familien der Pflanzen.

Bentham lebte bis zum Jahre 1842 in London in dem von seinem Onkel ererbten Hause, zog aber dann nach Pontrilas House in Herefordshire, woselbst er sein umfassendes Herbarium und seine Bibliothek aufstellte. Im Jahre 1854 kehrte er jedoch nach London zurück und schenkte aufs Grossmüthigste sein ganzes Herbarium mit der Bibliothek den königlichen Gärten zu Kew unter der Bedingung, dass diese Sammlungen dem Publikum zugänglich sein sollten und er selbst sie noch frei benützen dürfe. Durch den Zuwachs, welchen dieselben durch das Herbarium von Sir William Hooker sowie durch Neuanschaffungen aus den reichlich zur Disposition stehenden Mitteln erhielt, ist die Pflanzensammlung zu Kew wohl die bedeutendste der Erde geworden.

An fünf Tagen in der Woche verliess er regelmässig um 9 Uhr Vormittags seine Wohnung in London, um nach Vauxhall und von da nach Kew zu fahren, wo er von 10 Uhr bis 4 Uhr unausgesetzt arbeitete; nach Hause zurückgekehrt machte er zuerst seine Notizen über die Arbeit des Tages und nahm dann erst die Mahlzeit ein.

Im Sommer hielt er gewöhnlich zwei Monate Ferien, aber nicht nur um neue Kräfte zu sammeln, sondern auch

um auf dem Continente in botanischen Museen Studien zu machen und seine Fachgenossen zu besuchen.

Bentham hatte, wie es unter den englischen Gelehrten nicht selten ist, das Glück, durch ein grosses Vermögen völlig unabhängig dazustehen und seine volle Zeit dem Studium widmen zu können; die vielen Abhaltungen, die der deutsche Gelehrte häufig durch Uebertragung aller möglichen Berufs- und Verwaltungspflichten erfährt und welche gewiss nicht selten die Wissenschaft schädigen, kannte er nicht.

An äusseren Ehrenbezeugungen konnte es dem berühmten Manne nicht fehlen: er war langjähriger Präsident der Linnean-Society (von 1863—1874) als Nachfolger von Charles Bell, der er jeden Donnerstag seine Zeit widmete und auch nicht selten seine Mittel zur Verfügung stellte; er befand sich unter den ersten fünf Ehrenmitgliedern, welche die deutsche botanische Gesellschaft ernannte; die Royal Society zu London krönte ihn mit ihrem ersten Preise, der königlichen Medaille.

Bentham war von etwas zurückhaltendem Wesen und im gewöhnlichen Verkehr trocken, jedes Aufsehen ängstlich vermeidend und nach Ehren nicht suchend. Diejenigen, welche ihn näher kennen lernten, preisen ihn als einen liebenswürdigen Menschen, in wissenschaftlichen Bestrebungen zu helfen bereit und als uneigennützigen Freund.

Nach Vollendung seines grossen Werkes in seinem 83. Lebensjahre fingen seine Kräfte an nachzulassen und er starb 1½ Jahre darnach an Altersschwäche. Er war der letzte seines Geschlechtes; sein Vermögen vermachte er seiner Lieblingssammlung in Kew, der Linnean Society und der Royal Society zur Förderung der Wissenschaften, denen er sein langes Leben hindurch so treu gedient hatte.

Durch seinen wahrhaft staunenswerthen Fleiss und die gänzliche Hingabe an die Wissenschaft hat Bentham so grosse Erfolge errungen. Er hat sich dadurch die umfassendste

Kenntniss der Pflanzen angeeignet und mehr Gattungen und Familien in systematischer Beziehung kritisch durchgearbeitet als irgend ein Anderer. Wenn auch Bentham in Beziehung der Speciesumgrenzung den Anschauungen der alten Schule getreu blieb und vielleicht auch bei dem so massenhaft sich andrängenden Material in schwierigen morphologischen Fragen wegen Mangel an Zeit in der Deutung der Thatsachen in manchen Fällen nicht ganz das Richtige traf, so hat er doch durch seine Bearbeitungen so vieler Floren für alle Zeiten und in hohem Maasse die Kenntniss über die Verbreitung der Pflanzen auf der Erdoberfläche gefördert, und sein Wirken wird sich durch die grossartigen von ihm angelegten Sammlungen und seine genauen Beschreibungen so vieler Pflanzenarten noch in die Zukunft erstrecken und zu der Lösung der Räthsel der Artenbildung beitragen.[1])

Heinrich Robert Göppert,

Geheimer Medizinalrath und Professor der Botanik sowie Direktor des botanischen Gartens an der Universität Breslau, starb am 18. Mai 1884; er war seit 1854 Mitglied unserer Akademie und mit Bentham der Nestor der Botaniker.

Göppert wurde am 25. Juli 1800 zu Sprottau in Schlesien geboren, wo sein Vater Apotheker war. Nachdem er das Gymnasium zu Glogau und dann das Matthiasgymnasium in Breslau besucht und den Grund zu einer allgemeinen Bildung gelegt hatte, trat er in seinem 16. Lebensjahre in die Apotheke in Sprottau ein, um sich dem Geschäfte des Vaters zu widmen. Nach 5jähriger Praxis in derselben wurde es dem wissensdurstigen Jünglinge klar, dass dies

1) Mit Benützung eines Nekrologs von J. Urban, in den Berichten der deutschen botanischen Gesellschaft, 1884 Bd. 2. S. 16; von B. D. Jackson, in Journal of Botany etited by James Britten 1884 Vol. 22 No. 264; von Asa Gray im American Journal of Science 1885 Vol. 29; und von Sir Joseph Hooker in Nature 1884 Oktober 2.

nicht seine Lebensaufgabe sein könne, und er begann, zunächst an der Universität in Breslau und dann in Berlin, Medizin zu studiren. Jedoch hatte die pharmazeutische Laufbahn die Lust zu den Naturwissenschaften, besonders der Botanik, in ihm erweckt, auf welche er schon früher durch seinen Lehrer am Gymnasium zu Breslau Kaluza aufmerksam geworden war. Während der Universitätsjahre hatte er sich mit seinen beiden Freunden den späteren verdienten Naturforschern Brandt und Ratzeburg mit der Flora Schlesiens und namentlich mit den Kryptogamen genau bekannt gemacht. Nachdem er im Jahre 1825 in Berlin auf Grund einer Dissertation „de plantarum nutritione" zum Doktor der Medizin promovirt worden war, begann er in Breslau die ärztliche Praxis, woraus sich sein stets lebhaft gebliebenes Interesse für Fragen der öffentlichen Gesundheitspflege erklärt.

Aber auch die Ausübung der Heilkunst genügte seinem strebsamen Geiste nicht, er fühlte immer mehr, dass er zum Naturforscher und akademischen Lehrer berufen sei. Und so habilitirte er sich 1827 als Privatdozent für Medizin und Botanik an der medizinischen Fakultät der Universität Breslau, an der er 1831 zum ausserordentlichen Professor und 1839 zum ordentlichen Professor ernannt wurde; erst im Jahre 1852 trat er als Ordinarius für Botanik und Direktor des botanischen Gartens in die philosophische Fakultät ein.

Es war C. L. Treviranus, der Direktor des botanischen Gartens zu Breslau und der Verfasser des ersten deutschen Lehrbuchs der Pflanzenphysiologie, welcher Göppert auf Versuche an den pflanzlichen Organismen hinwies. Seine Bestrebungen in dieser Richtung waren von um so grösserem Belange als damals in Deutschland das Verständniss für die Bedeutung der Beobachtung und der experimentellen Untersuchung auch des Pflanzenlebens durch die unseligen Verirrungen der Naturphilosophie fast abhanden gekommen war; in allen Zweigen der Naturwissenschaft lässt sich nachweisen,

welchen Vorsprung man anderswo, namentlich in Frankreich, dadurch gewonnen hatte. Göppert war sich von Anfang an klar darüber, dass die einzige Quelle der Naturerkenntniss die genaue Beobachtung der Naturerscheinungen und der Versuch sei.

Göppert prüfte zunächst die Wirkung von Giften auf das Wachsthum und das Gedeihen der Pflanzen; die narkotischen Gifte, welche in kurzer Zeit das Leben der Thiere vernichten, zeigen keinen Einfluss auf das der Pflanzen, während kleine Quantitäten von Mineralgiften für letztere gefährlich sich erweisen.

Darnach beschäftigte er sich mit den Beziehungen der Wärme zu dem Pflanzenleben. Er zeigte (1829), wie die Blüthezeit der Pflanzen proportional den Schwankungen der äusseren Temperatur verläuft. Man hatte aber auch in den Pflanzen selbst eine Wärmeentwicklung beobachtet; schon Senebier fand im Jahre 1800 in den Blüthenkolben von Arum eine höhere Temperatur als die der umgebenden Luft, was 1822 von Th. de Saussure bestätiget wurde, und leitete dieselbe von einem Sauerstoffverbrauch in der Blüthe ab. Der Zusammenhang zwischen Stoffzersetzung und Eigenwärme in der Pflanze erschien jedoch zu einer Zeit, in der man noch die Lebenskraft als Hauptursache der Erscheinungen an der Organisation ansah, nicht so sicher zu sein, und so wurde es für diese Frage von wesentlicher Bedeutung, als Göppert in grösseren Massen keimender Pflanzen, von Knollen und Zwiebeln etc. eine Wärmeentwicklung zugleich mit einer Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureausscheidung wie bei der Respiration der Thiere nachwies. In seiner Abhandlung „über Wärmeentwicklung in den Pflanzen, deren Gefrieren und die Schutzmittel gegen dasselbe (1831)“ stellte er die niederste Temperatur fest, bei welcher das Leben der Pflanze aufhört, und ermittelte er die Veränderungen in den Pflanzenzellen beim Gefrieren, auf welches Thema er volle

52 Jahre später (1883) in den letzten Jahren seines Lebens nochmals zurückkam.

Damit hatte Göppert aber noch nicht das eigentliche Feld seiner fruchtbarsten Thätigkeit gefunden; dasselbe erschloss sich ihm erst, als er auf die in der Erdrinde abgelagerten fossilen Pflanzenreste aufmerksam wurde; es begannen damit seine ebenso ausgebreiteten als tiefgehenden phytopaläontologischen Forschungen, welche den Schwerpunkt seiner wissenschaftlichen Leistungen bilden. Göppert war einer der ersten, welche die Pflanzengeschlechter der Vorwelt genauer untersuchten und mit den Formen der heutigen Flora verglichen. Cuvier hatte bekanntlich durch seine epochemachende Arbeit über die fossilen Knochen des Pariser Beckens die untergegangene Thierwelt wieder an's Licht gezogen, und sein Landsmann Brogniart hatte 1828 entdeckt, dass in früheren Zeiten auch eine von der unsrigen verschiedene Pflanzenwelt die Erde bedeckte. So wurde der Graf Caspar Sternberg zu der Untersuchung der fossilen Flora von Böhmen, und Göppert zu der von Schlesien geführt.

Eine blosse Aufzählung seiner in ihrem Werthe immer mehr sich steigernden Schriften in dieser Richtung lässt schon erkennen, was er hierin wirklich Grossartiges in rastloser Thätigkeit geschaffen.

Er fieng damit an, die Formen der fossilen Pflanzen mit denen der jetzt lebenden zu vergleichen und so erschienen 1836 „die Gattungen der fossilen Farnkräuter, verglichen mit den jetzt lebenden", und 1841—1845 sein Werk: „die Gattungen der fossilen Pflanzen, verglichen mit denen der Jetztwelt". Seine Abhandlung „de Coniferarum structura anatomica" (1841) war nur eine Vorarbeit für die Bearbeitung der fossilen Coniferen; bei den letzteren, bei welchen die Nadeln, Blüthen, Früchte und Samen fehlen, galt es aus dem feineren Bau des Holzes die Genera und Arten zu bestimmen, wesshalb er vorerst die Struktur der jetzt vor-

handenen Bäume untersuchte. In Folge davon konnte er 1850 seine berühmte „Monographie der fossilen Coniferen, mit steter Berücksichtigung der lebenden“ veröffentlichen, worin er zeigte, dass die ältesten Wälder der Urzeit nur aus Nadelbäumen bestehen, wobei er aus kleinen Resten versteinerter Stämme die nächsten Verwandten der Araukarien erkannte; dieselbe wurde von der holländischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Haarlem mit einem Preise gekrönt.

Darauf folgten 1852 die „fossile Flora des Uebergangsgebirges“ und „die fossile Flora der permischen Formation“; noch kurz vor seinem Tode vollendete der rüstige Greis eine Abhandlung über die fossilen Araukarien, welche die Berliner Akademie der Wissenschaften ihm zum Andenken herausgeben wird.

Längere Zeit beschäftigte sich Göppert mit der Flora der Tertiärzeit. Es sind hier besonders hervorzuheben „die fossile Flora der Gypsformation zu Dirschel in Oberschlesien (1842)“, die „Beiträge zur Tertiärflora Schlesiens (1852)“, worin er in Schlesien Palmen oder Wälder aus Taxodien, Cypressen, Platanen, Eichen und Pappeln nachwies, wie sie sich jetzt in den Cypressenwäldern von Virginien finden, und dann „die Tertiärflora auf der Insel Java, erörtert in ihren Verhältnissen zur Gesammtflora der Tertiärperiode“, welche Tertiärflora schon den nämlichen tropischen Charakter trug wie die heutige Flora dieser Insel.

Von besonderem Interesse, wegen der Vorgänge bei der Fossilisation, erschien ihm die Flora des Bernsteins. Mit G. K. Berendt gab er schon 1845 das Werk: „der Bernstein und die in ihm befindlichen Pflanzenreste der Vorwelt“ heraus und erst im Jahre 1883 veröffentlichte er noch den ersten Band der „Untersuchungen über die Bernsteinflora“, wofür er die Unterstützung des westpreussischen Landtags gefunden hatte. Aus einigen in dem Bernstein eingeschlos-

senen Holzsplittern liess sich die Abstammung dieses fossilen Harzes aus Fichten und Cypressen darthun.

Den Glanzpunkt seiner Leistungen auf dem Gebiete der Paläophytologie bildet aber wohl seine an feinen Beobachtungen reiche Abhandlung vom Jahre 1848, in welcher er eine von der Universität Leiden gestellte Preisfrage zu beantworten suchte, welche lautete: „Man suche durch genaue Untersuchungen darzuthun, ob die Steinkohlenlager aus Pflanzen entstanden sind, welche an den Stellen, wo jene gefunden werden, wachsen, oder ob diese Pflanzen an anderen Orten lebten und nach den Stellen, wo sich die Steinkohlenlager befinden, hinzugeführt wurden". Die Antwort gieng dahin, dass die mächtigen Steinkohlenlager Schlesiens aus urweltlichen Mooren mit den Ueberresten einer üppigen, zumeist fremdartigen Vegetation an Ort und Stelle durch einen langsamen Vermoderungsprozess hervorgegangen sind, und zwar zu einer Zeit wo es Blüthenpflanzen noch nicht gab und die jetzt vorhandene Flora nur durch einige Verwandte unter den Farren, den Bärlappen und den Schachtelhalmen vertreten war.

Göppert's Verdienste erstrecken sich jedoch noch weit über seine rein wissenschaftliche Thätigkeit hinaus und zwar durch die Anlegung von Sammlungen, durch seine Bemühungen für die Bereicherung und Verschönerung des botanischen Gartens zu Breslau und sein Interesse für alle gemeinnützigen Bestrebungen.

In den langen Jahren seines Wirkens brachte er eine der werthvollsten paläontologischen Sammlungen zusammen, welche von dem preussischen Staate für die Universität Berlin erworben wurde. Seine Sammlung zur Erläuterung der Strukturverhältnisse der Steinkohle und ihrer Flora, zu welchem Zwecke er photographische Abbildungen hatte herstellen lassen, erhielt bei der Pariser Weltausstellung im

Jahre 1867 die goldene Medaille. Er begründete das botanische Museum zu Breslau mit seinen reichen Schätzen; mit unermüdlichem Eifer betrieb er das Projekt, diese Sammlungen in einem neuen botanischen Museum dem Publikum zur Ausbreitung von Kenntnissen zugänglich zu machen, er erlebte es aber nicht mehr, den von den Behörden genehmigten grossartigen Bau zur Ausführung zu bringen.

Mit wahrer Liebe war er dem botanischen Garten zugethan, den er zu einem der reichhaltigsten und berühmtesten gemacht hatte; geradezu mustergiltig ist die morphologisch-physiologische Partie desselben. Mehrmals hat er sich in energischer Weise über die hohe Bedeutung der botanischen Gärten für die Wissenschaft und den Unterricht ausgesprochen; bei einer Verkennung derselben, wie sie in kurzsichtiger Weise jetzt nicht selten vorkömmt, konnte er sich wie die Löwin um ihr Junges wehren. Jeder Baum darin war ihm wie ein alter Bekannter und galt ihm als ein Heiligthum. Er glaubte aber auch, dass die botanischen Gärten noch eine weitere, allgemeine Bedeutung besitzen zur Belehrung und Erfreuung Aller; wenn im botanischen Garten eine seltene Blüthe zur Entwicklung kam oder eine merkwürdige Pflanze erworben wurde, dann besprach er es in Zeitungsartikeln in populärer und anziehender Weise und suchte so das Interesse des Publikums für die Wissenschaft zu wecken. Darum stand demselben auch der Garten mit seinen Sammlungen auf's Freigebigste offen und war durch Anbringung leicht fasslicher Erklärungen gesorgt.

Wo es galt den Gartenbau zu fördern, da konnte man stets auf Göppert rechnen; thatkräftig und unermüdlich unterstützte er die rationelle Pflege der Garten-, Obst- und Forstkultur; er kannte die alten Bäume in Wald und Flur Schlesiens, über welche er 1841 eine Chronik schrieb, und grösstentheils auch die im übrigen Deutschland und suchte ie zu schützen. Er war darum auch ein thätiges Mitglied

des schlesischen Forstvereins bei dem er seine Beobachtungen an den Bäumen und seine Kenntnisse für den richtigen Betrieb des Waldes verwerthete; er war wohl der Erste, der darauf aufmerksam machte, dass niedere Pilze, deren Sporen in jede durch Verletzung entstandene Wunde eindringen, die gefährlichsten Krankheiten der Waldbäume erzeugten.

Lange Zeit war er das Haupt der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur, die sich um die Provinz Schlesien so grosse Verdienste erworben hat.

Es war ihm vergönnt bis in sein hohes Alter noch wenige Tage vor seinem Tode in voller körperlicher und geistiger Frische thätig sein zu dürfen und die Gebrechen des Alters nicht zu verspüren.

Bei dieser ausgebreiteten und so erfolgreichen Thätigkeit konnte ihm die Anerkennung nicht fehlen. Er war Mitglied fast aller wissenschaftlichen Gesellschaften; im Jahre 1881 erhielt er die goldene Cothenius-Medaille, 1882 die von der Londoner geologischen Gesellschaft gestiftete goldene Murchison-Medaille.

Am höchsten stand er aber in Ansehen in seiner engeren Heimath, in Schlesien, in welcher sich ausschliesslich sein Lebenslauf vollzog. In Breslau und ganz Schlesien erfreute sich der Greis einer wahren Popularität und Liebe nicht nur durch den Glanz seines wissenschaftlichen Namens, sondern vor Allem durch die nutzbringende Anwendung, die er von seinen reichen Kenntnissen zum Wohle seiner Mitbürger machte und durch die Bereitwilligkeit, mit der er alles Gute unterstüzte. Selten hat ein Gelehrter während seines Lebens so viel Dankbarkeit vom ganzen Volke geerntet wie Göppert. Jedes Kind in Breslau kannte den alten Göppert, Jeder wusste, dass er sich Raths bei ihm erholen durfte. So war der bescheidene Mann in neidloser Anerkennung nicht nur der berühmteste Lehrer und die erste Zierde der Breslauer Uni-

versität geworden, sondern auch der populärste Bürger Schlesiens.[1])

Ferdinand von Hochstetter

ist zu Wien im besten Mannesalter gestorben, inmitten einer bedeutungsvollen Aufgabe, der Ordnung der naturhistorischen Sammlungen des k. k. Hofmuseums, deren glückliche Vollendung in wenigen Jahren zu erwarten gewesen wäre.

Hochstetter war geboren am 30. April 1829 zu Esslingen in Württemberg, woselbst sein Vater das Amt eines Stadtpfarrers und Professors bekleidete, nachdem er früher als evangelischer Prediger und Schulvorstand in Brünn in Oesterreich gewirkt hatte. Derselbe betrieb nebenbei mit Eifer Naturkunde, besonders Botanik und Mineralogie, und war auch der Verfasser einer Anzahl botanischer Abhandlungen und eines Lehrbuchs der Mineralogie. Der Sohn sollte ebenfalls die theologische Laufbahn ergreifen, und besuchte zu dem Zweck zunächst das rühmlichst bekannte evangelische Seminar in Maulbronn und trat dann als Stipendiat in das evangelisch-theologische Seminar an der Universität Tübingen ein. Aber die Neigung des Vaters zu den Naturwissenschaften war auch auf den Sohn übergegangen, welcher nach Absolvirung des theologischen Staatsexamens 1851 diesen sich ganz zuwandte und zwar speziell der Geologie besonders in Folge der von seinem Lehrer F. A. Quenstedt empfangenen Anregung.

Nachdem Hochstetter in Tübingen 1852 die Doktorwürde durch eine Abhandlung über das Krystallsystem des rhomboedrischen Kalk-Haloides erlangt hatte, kam er auf einer Studienreise, zu der ihm ein Staatsstipendium bewilligt

1) Mit Benützung der Nekrologe von Ferdinand Cohn, Leopoldina 1884 Heft 20 S. 196, von Wortmann, botanische Zeitung 1884. 42. Jahrgang No. 31 und von Stein, Gartenflora 1885. 33. Jahrgang S. 9.

worden war, im Herbste 1852 nach Wien, wo er alsbald von Haidinger, der die Bedeutung des jungen Mannes erkannte, die Aufforderung erhielt, sich an den Arbeiten der berühmten k. k. geologischen Reichsanstalt, an deren umfassenden Aufgaben soviele Talente sich schon entwickelt und ausgebildet haben, zu betheiligen. Damit war Hochstetter für sein ganzes Leben für Oesterreich gewonnen.

Von 1853—1856 war er als Hilfsgeologe bei dieser Anstalt thätig, namentlich bei den Aufnahmen im südlichen und westlichen Böhmen, im Böhmerwald, Fichtelgebirge und dem Karlsbader Gebirge. Durch scharfe Beobachtung der Thatsachen und nur auf diese gegründete Folgerungen sowie durch eine seltene Gabe anschaulicher Darstellung zeichneten sich die Veröffentlichungen Hochstetters aus und machten seinen Namen bald in wissenschaftlichen Kreisen bekannt. Er besass aber auch das Talent die Erfahrungen der Wissenschaft weiteren Kreisen zugänglich zu machen: seine Landschaftsbilder aus dem Böhmerwalde (in der Augsburger Allgemeinen Zeitung 1855) und seine Beschreibung der geognostischen Verhältnisse von Karlsbad sind wahre Muster populärer Darstellung.

Im Jahre 1856 habilitirte er sich an der Wiener Universität für das Fach der Geologie, um in ruhiger Arbeit das Ziel der akademischen Laufbahn zu erreichen. Aber es erhielt zum Glücke für die Wissenschaft sein Geschick eine andere Wendung. Als von der österreichischen Regierung die Erdumseglung durch die Novara geplant wurde, da war es Allen klar, dass der von der Akademie vorgeschlagene junge Hochstetter der richtige Mann als naturwissenschaftlicher Begleiter der Fahrt sei. Und in der That, er ist als der populärste der Novara-Reisenden heimgekehrt.

Es ist recht schwierig, auf einer Reise, bei der nur an wenigen Orten und nur kurze Zeit angehalten wurde, geologische Erfahrungen zu sammeln und doch war es Hochstetter

möglich in dem Gesammtwerke über die Reise, die von 1857 —1859 dauerte, viele und werthvolle Beobachtungen über die geologischen Verhältnisse von Gibraltar, Rio Janeiro, dem Cap, den Inseln St. Paul und Amsterdam, den Nikobaren, den Philippinen und von Java einzuheimsen.

Durch eine günstige Gelegenheit durfte sich Hochstetter im Januar 1859 in Auckland von der Novara trennen. Die dortige Regierung hatte ihn gebeten, die kurz vorher in der Nähe von Auckland entdeckten Kohlenminen zu untersuchen; sein Bericht hierüber machte einen solchen Eindruck, dass der Commandant der Novara angegangen wurde, den Gelehrten zur Erforschung der geologischen Verhältnisse und der naturgeschichtlichen Vorkommnisse des Landes zurückzulassen. Neun Monate verweilte Hochstetter auf Neuseeland, eifrig, zum Theil mit Jul. v. Haast, mit topographischen und geologischen Studien beschäftigt. Die reichen geologischen und paläontologischen Früchte dieser Thätigkeit, durch welche zuerst über Neuseeland genauere Aufschlüsse in dieser Richtung gebracht wurden, fanden zum grössten Theil ebenfalls in dem Reisewerke ihre Verwerthung. Die Darstellungen über die Verhältnisse in dem Vulkandistrikte Aucklands sowie im Geysergebiete von Rotomahana sind mustergiltige Leistungen. Bei der Bearbeitung der paläontologischen Funde hatten sich ihm noch andere Gelehrte angeschlossen, darunter auch unser einheimisches Mitglied K. A. Zittel.

Nachdem Hochstetter über Australien nach Europa zurückgekehrt war, wurde er sofort (1860) zum Professor der Mineralogie und Geologie an dem polytechnischen Institute zu Wien befördert, in welcher Stellung er bis zum Jahre 1874 verblieb. An dieser Anstalt wirkte er äusserst anregend und richtete auch eine vortreffliche Lehrsammlung ein. Zugleich schrieb er eine Anzahl guter elementarer Lehrbücher, zum Theil im Verein mit Anderen, über Kry-

stallographie (1868). über Erdkunde und den Leitfaden der Mineralogie und Geologie.

Um diese Zeit machte Hochstetter eine Anzahl von Reisen zu wissenschaftlichen Zwecken; so gieng er z. B. 1863 nach Italien, um die vulkanischen Erscheinungen am Vesuv zu studiren, 1864 im Auftrage der Akademie nach Carinthia und anderen Theilen der Monarchie, um die Pfahlbauten zu suchen und zu untersuchen, 1869 endlich nach der Türkei, wo er geologische Vorstudien über den Bau der türkischen Eisenbahnen machen sollte. Dabei sammelte er reiche geologische Erfahrungen, die in seinen berühmten Abhandlungen über die geologischen Verhältnisse der östlichen Theile der europäischen Türkei niedergelegt sind und nach langer Pause eine gründliche Darstellung dieses in geologischer Beziehung so wichtigen Ländergebietes brachten.

Ueber die verschiedensten Fragen der Geologie und Paläontologie hat Hochstetter, namentlich in den Jahren 1865—1875, sehr zahlreiche Mittheilungen in dem Jahrbuch und den Verhandlungen der geologischen Reichsanstalt gemacht.

Bei der Verfolgung der durch das Erdbeben in Peru vom 13. August 1868 im stillen Ozean erzeugten Fluthwellen erkannte er, dass die letzteren sich mit der nämlichen Geschwindigkeit fortpflanzten wie die lunisolaren Fluthwellen und dass man auch hier die mittlere Meerestiefe aus der Zeit des zurückgelegten Weges berechnen könne.

Von Wichtigkeit sind seine Versuche (1870), die Vorgänge im Innern der Erde bei Vulkanausbrüchen im kleinen Maassstab nachzuahmen. Er fand, dass unter leicht herbeizuführenden Modifikationen der Abkühlung und Erstarrung von geschmolzenem, mit Wasserdampf gesättigtem Schwefel, in Folge des Freiwerdens der Wasserdämpfe geschmolzene Schwefelmassen über die Erstarrungskruste emporgepresst und zu förmlichen Modellen von aus Lavaströmen gebildeten

Kegeln aufgebaut werden. Dadurch brachte er den experimentellen Beweis für die Richtigkeit der neuen Vulkantheorie bei.

Als langjähriger Präsident der k. k. geographischen Gesellschaft übte er einen maassgebenden Einfluss auf die Förderung dieser Wissenschaft aus; er war es vorzüglich, der die österreichischen Nordpolarfahrten betrieb und durchsetzte. Sein geographisches Werk „Asien, seine Zukunftsbahnen und seine Kohlenschätze (1876)“ ist von ebenso grosser wissenschaftlicher wie praktischer Bedeutung.

Hochstetter war bekanntlich mehrere Jahre hindurch der Lehrer des Kronprinzen Rudolf von Oesterreich in den Naturwissenschaften; es gelang ihm, in seinem hohen Schüler die Liebe zur Naturbeobachtung und zu den Naturwissenschaften zu wecken, und es entwickelte sich daraus ein Verhältniss, das sowohl den Schüler als auch den Lehrer ehrt.

Die Hauptaufgabe der letzten 10 Jahre seines Lebens war die Ordnung der grossartigen Sammlungen des k. k. naturhistorischen Hofmuseums, die früher getrennt in dem Neubau vereinigt und richtig aufgestellt werden sollten. Es war dabei sein Bestreben, die reichen Schätze übersichtlich anzuordnen und der Forschung leicht zugänglich zu machen. Zu den zoologischen, botanischen und mineralogischen Sammlungen schuf er die bedeutende anthropologisch-ethnographische Abtheilung mit den prähistorischen Gegenständen. Leider war es ihm nicht vergönnt dieses grosse Werk zu Ende zu führen. Schon länger kränkelnd starb der verdiente Gelehrte am 18. Juli 1884.[1])

---

1) Mit Benützung des Nekrologes von Fr. v. Hauer, Jahrbücher der k. k. geologischen Reichsanstalt 1884, Bd. 34. Heft 4; von Toula in der neuen illustrirten Zeitung 1884 No. 44; von Julius v. Haast, in Memoriam F. v. Hochstetter 1884.



Sitzung vom 2. Mai 1885.

Herr K. Haushofer theilt mit:

„Beiträge zur mikroskopisch-chemischen Analyse."

1. Nachweis des Wolframs.

In einer Mittheilung über mikroskopische Reactionen, welche ich im Dezember 1884 an dieser Stelle machte[1]), wurde eine Methode für den Nachweis des Wolframs angegeben, welche auf der Bildung von krystallisirtem Calciumwolframiat beruht. Bei der Anwendung des Verfahrens in der mineralogischen Praxis ergaben sich bisweilen Unsicherheiten, welche mich bestimmten, den Gegenstand weiter zu verfolgen. Es ist mir seither gelungen, nicht nur die damals angegebene Methode soweit zu vervollkommnen, dass ihre Anwendung auch für den Anfänger keine Schwierigkeit mehr übrig lässt, sondern auch noch andere ebenso einfache und sichere mikroskopische Reactionen für das Wolfram aufzufinden.

a) Calciumwolframiat.

Es handelt sich bei der Darstellung dieses Salzes zunächst darum, die zu untersuchenden Wolframverbindungen in normales wolframsaures Alkali überzuführen, aus dessen

---

1) Sitz.-Ber. 1884, 590; 603.

Lösung das Calciumsalz durch Calciumnitrat gefällt wird. Ich hatte zu diesem Zweck vorgeschlagen, die Wolframverbindungen mit Salpeter zu schmelzen. Wenn man diese Schmelzung jedoch nicht unter sorgfältigem Ausschluss kohlenstoffhaltiger Gase vornimmt, bildet sich dabei in der Schmelzmasse stets eine oft beträchtliche Menge von Kaliumcarbonat, welche in der Folge störend auf die Reaction einwirkt. Nach mancherlei auf die Beseitigung dieses Uebelstandes gerichteten Versuchen kann ich nun empfehlen, die Schmelzung der zu prüfenden feinst pulverisirten Substanz mit dem 15—20 fachen Volumen Salpeter in einem nicht zu dünnwandigen Glaskölbchen vorzunehmen, wobei man die Erhitzung rasch bis zu schwacher Rothglut treibt.

Es ist ziemlich gleichgültig ob man Kalium- oder Natriumnitrat anwendet; ich habe in der Regel bei Anwendung von Natronsalpeter noch bessere Resultate erhalten; vor allem ist jedoch dafür zu sorgen, dass der Salpeter frei von kohlensauren und schwefelsauren Salzen sei. Die Umsetzung erfolgt — bei Wolframit und Wolframsäure unter Entwicklung von salpetriger Säure — rasch und ziemlich vollständig. Nach dem Erkalten laugt man das Schmelzproduct mit einigen Tropfen Wasser aus und erhält so eine Lösung, welche neben Alkalinitrat normales Alkaliwolframiat enthält. Durch Zusatz von Säuren, selbst von Essigsäure wird sie zersetzt, wobei sich weisses flockiges Wolframsäurehydrat abscheidet.

Wenn man einen Tropfen der Lösung auf dem Objectglase mit einer verdünnten Lösung von Calciumnitrat zusammentreten lässt, bildet sich ein in Wasser und verdünnten Säuren unlöslicher weisser Niederschlag von Calciumwolframiat, welcher entweder in kleinen Krystallen oder in kugligen Aggregatformen auftritt.

Die Krystalle gehören dem tetragonalen System an und erscheinen als kleine würfelähnliche, manchmal an den Enden

durch eine Pyramide zugespitzte Prismen mit schwacher Doppelbrechung; sie sind in der Regel sehr klein und machen zur deutlichen Erkennung Vergrösserungen von mindestens $\frac{300}{1}$ nothwendig. Die kugligen Formen zeigen, wenn sie gross genug sind, die Aggregatpolarisation radialfaseriger Gebilde.

Man hat es bei der Operation im Kleinen nicht in der Gewalt, den Niederschlag in Krystallen zu erhalten; in den meisten Fällen erscheint er nur in den sphäroidischen Aggregatformen. Die Methode kann in Folge dieses Umstandes nicht vollkommen befriedigen; sie lässt sich jedoch dadurch zu einer vorzüglichen Reaction gestalten, dass man die Fällung in der Siedehitze vornimmt. Dabei bilden sich stets Krystalle von sehr gleichbleibendem Habitus. Zu dem Zwecke empfiehlt es sich, das Objectglas mit dem Tropfen der Lösung von Alkaliwolframiat auf einer Blechtafel über der Gaslampe rasch soweit zu erhitzen, bis Dampfbläschen im Tropfen sich entwickeln und die Flüssigkeit zu rauchen beginnt. Nun setzt man mit Hilfe eines Glasstabes ein Tröpfchen einer verdünnten Lösung von Calciumnitrat zu, worauf der Niederschlag selbst bei weitgehender Verdünnung in wenig Secunden entsteht.

Die Krystalle zeigen in der Regel nur geringe Formunterschiede und erscheinen bei normaler Entwicklung als kleine quadratische Prismen, manchmal an den Enden verdickt, vorherrschend aber als eigenthümliche spindelförmige Gebilde, welche durch Uebergangsformen mit kugligen und sphäroidischen Gestalten in Verbindung stehen. Gewöhnlich treten alle diese Formen nebeneinander in einem Niederschlag auf. Nicht selten erscheinen kreuz- und x-förmige Verwachsungen zweier einfacher Krystalle, auch doppelt gegabelte Skelettformen, seltener kuglig angeordnete Aggregate. Manche sehr kleine Krystalle stellen Würfelchen dar, durch Abrundung der Kanten der Kugelform sich nähernd.

Die Krystalle lassen deutliche Doppelbrechung erkennen; die Auslöschungsrichtungen liegen parallel und senkrecht zur Prismenaxe.

Die Hauptmasse des Niederschlages haftet in der Regel so fest am Objectglase, dass ein Auswaschen desselben leicht zu bewerkstelligen ist, indem man das Objectglas geneigt in ein Schälchen mit destillirtem Wasser einstellt. Die Krystalle verlieren dabei nichts von ihrer Schärfe, ebensowenig, wenn man sie mit einem Tropfen Essigsäure oder verdünnter Salzsäure behandelt. Erwärmt man jedoch den Niederschlag mit Salzsäure, so wird er unter Abscheidung von gelber Wolframsäure zersetzt.

Es bleibt noch zu ermitteln, welche Zusammensetzung das Salz besitzt. Die Wahrscheinlichkeit liegt nahe, dass es $CaWO_4$ (Scheelit) ist, mit dessen Formen die beobachteten Krystalle sich wohl vereinbaren lassen.

Einen Niederschlag von ähnlichen aber minder deutlichen Krystallen erhält man, wenn zur ursprünglichen Lösung des Alkaliwolframiates Magnesiumsulfat (bei gewöhnlicher Temperatur) zugesetzt wird. Doch ist dieses Magnesiumwolframiat in Wasser nicht unlöslich und verschwindet vollständig vom Objectglase, wenn man es wie das Calciumsalz auszuwaschen versucht.[1])

b) Baryumwolframiat.

Lässt man mit einem Tropfen der wie vorher gewonnenen Lösung von Alkaliwolframiat auf dem Objectglase einen Tropfen einer verdünnten Lösung von Baryumnitrat allmählig sich vermischen, so bildet sich ein weisser Niederschlag von Baryumwolframiat, welcher aus kleinen, farblosen, lebhaft glänzenden Krystallen vom Habitus einer spitzen

1) Ullik beschrieb (Ber. d. Wiener Akad. 56, 2, 152) ein unter ähnlichen Bedingungen sich bildendes Magnesiumsalz von der Zusammensetzung $MgWO_4$, $7H_2O$.

rhombischen Pyramide oder Tafel besteht. Die Krystalle sind nicht selten zwillingsartig miteinander verbunden oder zu Gruppen verwachsen. Bei minder vollkommener Entwicklung erscheinen sie als spindelförmige Gebilde, welche bisweilen an gewisse Zerrformen des Kieselfluorbaryums und des Strontiumsulfates erinnern. Endlich lassen sich Uebergänge aus diesen Formen bis zu kugligen und eiförmigen Krystalliten verfolgen.

Das Polarisationsvermögen der Krystalle ist so schwach, dass man sie leicht für isotrop halten könnte. Allein bei genauer Beobachtung findet man doch eine schwache Doppelbrechung und Auslöschungsrichtungen, welche den Symmetrielinien der Formen parallel liegen.

Es bleibt noch festzustellen, welchem Salze die Krystalle angehören. Scheibler stellte ein Baryumsalz der Wolframsäure $2BaWO_4 \cdot H_2O$ dar, welches nach seiner Angabe[1]) in mikroskopischen gestreckten Oktaedern krystallisirt und es liegt nahe, an die Identität beider Verbindungen zu denken, obwohl sie auf verschiedene Weise dargestellt sind.

Das Salz ist in Wasser unlöslich und lässt sich auf dem Objectglase, ohne die Schärfe seiner Formen zu verlieren, auswaschen; gegen Salzsäure verhält es sich in der Wärme wie das Calciumsalz; die abgeschiedene gelbe Wolframsäure erscheint zum Theil in Pseudomorphosen nach dem Baryumsalz.

Neben diesen Krystallen treten bisweilen doppelkeulenförmige und garbenähnlich gruppirte Bildungen von gleicher optischer und chemischer Beschaffenheit auf, welche wahrscheinlich demselben Salze angehören.

Hie und da bilden sich gleichzeitig prismatische Krystalle von anscheinend rectangulärer Basis, theils isolirt, theils zu Gruppen verwachsen, welche sicher einem Wolframiat von

---

1) Journ. f. prakt. Chem. 83, 237.

anderer Zusammensetzung angehören. Sie besitzen ein ziemlich starkes Polarisationsvermögen, löschen parallel und normal zur Prismenaxe aus und sind in Wasser etwas löslich; beim Auswaschen erhalten sie eine rauhe und zerfressene Oberfläche.

Endlich erscheint gewöhnlich ein Theil des Niederschlages als äusserst feines Krystallpulver oder als feinflockige Masse, besonders wenn man mit zu starken Lösungen operirt.

Der Zeitaufwand für die Reaction lässt sich wesentlich dadurch vermindern, dass man die Fällung in der Siedehitze vornimmt. Das Objectglas mit einem Tropfen der Lösung von Alkaliwolframiat wird, auf einer Blechtafel liegend, rasch bis zum Dampfen erhitzt und hierauf ein Tröpfchen Baryumnitrat zugefügt. Dabei bildet sich sofort ein Krystallniederschlag, dessen Formen zum Theil mit den vorherbeschriebenen vollkommen übereinstimmen. Die Hauptmasse des Niederschlages erscheint jedoch gewöhnlich in langgezogenen Krystallspindeln, welche in der Mitte in der Regel eine kleine Verdickung zeigen, gebildet durch kleine, beiderseits symmetrisch angesetzte Krystallrudimente; nicht selten sind sie auch quergerippt und schwach gezähnt, etwa wie gewisse Ausbildungsformen des Baryumsulfates.

Aehnliche Formen wie das kaltgefüllte Baryumwolframiat zeigt der Niederschlag, welcher in der Hitze durch Strontiumnitrat zu Stande kommt. Doch bleiben die Krystalle dieser Verbindung gewöhnlich kleiner als die des Baryumsalzes. Bei kalter Fällung bilden sich nur kuglige oder scheibenförmige Aggregate mit den Polarisationserscheinungen, welche radialfaserige Bildungen zeigen.

Versetzt man einen Tropfen der Lösung auf dem Objectglase mit einer minimalen Menge von Natriumphosphat und lässt bis zur Trockniss verdunsten, so finden sich zwischen den grossen aber undeutlichen Krystallisationen auch kleine aber scharf entwickelte farblose Rhombendodekaeder von phosphorwolframsaurem Kalium, welche, wenn man die

Krystallkruste behutsam durch Auswaschen entfernt, als in Wasser unlöslich zurückbleiben. Sie unterscheiden sich von dem analog zusammengesetzten Phosphomolybdat dadurch, dass sie vollständig farblos sind.

Auch mit Silbernitrat, Mercuronitrat, Bleinitrat und Thalliumsulfat bildet das Alkaliwolframiat in Wasser unlösliche Niederschläge, welche jedoch nur ausnahmsweise krystallisirt zu erhalten sind und desshalb für die mikroskopische Praxis geringe Bedeutung haben.

Es bleibt zu bemerken, dass die auf gleiche Weise zu erhaltenden Calcium- und Baryumsalze der Molybdänsäure mit den betreffenden Wolframiaten in den Formen so vollständig übereinstimmen, dass auf diesem Wege die beiden Säuren nicht zu unterscheiden sind. Zu diesem Zweck empfiehlt sich das zunächst zu beschreibende Verfahren.

c) Ammoniumwolframiat.

Zur Darstellung dieses Salzes aus den natürlichen Wolframverbindungen werden dieselben als sehr feines Pulver mit starker Salpetersalzsäure (4 Th. rauchende Salzsäure auf 1 Th. Salpetersäure vom sp. G. 1,4) zur Trockniss verdampft, der Rückstand zuerst mit Wasser, dann mit Ammoniak ausgelaugt und die zuletzt erhaltene Lösung auf dem Objectglase verdunstet. Dabei scheiden sich neben anderen krystallinischen Bildungen stets Krystalle ein und desselben Ammoniumwolframiates ab, welches in farblosen sehr charakteristischen dünnen Tafeln von rhombischen Umrissen mit einem ebenen spitzen Winkel von 86° erscheint. Durch Einbuchtungen an den Seiten entstehen eigenthümliche Zerrformen, bei rascher Abscheidung aus stärkeren Lösungen Aggregate, in welchen die normalen Formen leicht wiederzuerkennen sind. Die Polarisationserscheinungen sind schwach; die Auslöschungsrichtungen der Tafeln liegen ungefähr den

Diagonalen parallel. Ob die Krystalle dem von Marignac[1]) dargestellten und als triklin beschriebenen Salze $3(NH_4)_2O$, $7WO_3$, $6H_2O$ angehören, ist noch näher zu untersuchen.

Sehr charakteristisch und für die mikroskopische Controle verwendbar ist das Verhalten des Salzes in der Wärme.

Zu diesem Zwecke empfiehlt es sich, einen Tropfen der ammoniakalischen Lösung auf einem Deckgläschen verdunsten zu lassen, dasselbe auf ein Platinblech zu legen und letzteres von unten durch eine Gasflamme bis zu schwachem Glühen zu erhitzen. Dabei werden die Krystalle trüb grünlichblau und erhalten zahlreiche Risse, welche in der Mehrzahl parallel zur kurzen Diagonale des Rhombus liegen.

2. Ueber die mikroskopischen Krystallformen einiger Oxalate.

Die Oxalsäure bildet bekanntlich mit vielen Metallen in Wasser unlösliche oder schwerlösliche Salze, welche für die mikroskopische Analyse eine hervorragende Bedeutung besitzen, weil die meisten derselben unter bestimmten Verhältnissen leicht als krystallinische Niederschläge von grosser Formbeständigkeit zu erhalten sind. Schon seit längerer Zeit kennt man in dieser Hinsicht die Oxalate des Kalkes; auch über die des Strontiums und Baryums liegen in krystallographischer Beziehung einzelne Untersuchungen vor.

Ich habe im Verlaufe meiner Studien über die mikroskopischen Formen krystalliner Niederschläge auch die Oxalate fast aller Metalle in der angegebenen Richtung untersucht und über einzelne, z. B. über die Oxalate des Ceriums, Thoriums und Yttriums schon früher an dieser Stelle berichtet.[2]) In der vorliegenden Mittheilung sollen die Ergebnisse weiterer Untersuchungen über mikrokrystalline Oxalate

1) Ann. Chim. Phys. [3] 69, 28.
2) Sitz.-Ber. 1883, 436.

namentlich zum Zweck ihrer Verwerthung in der qualitativen Analyse in gedrängter Weise dargestellt werden.

a) Baryumoxalat.

Bei der Fällung sehr verdünnter neutraler oder schwach alkalischer Baryumsalzlösungen durch oxalsaures Ammonium entstehen weisse krystallinische Niederschläge, welche je nach der bei der Fällung herrschenden Temperatur zwei in den Formen wesentlich verschiedenen Salzen angehören.

Bei gewöhnlichen Temperaturen bilden sich lebhaft glänzende Prismen mit schiefliegenden Endflächen. Wenn die Krystalle auf der meistens gut entwickelten klinodiagonalen Fläche liegen, lässt sich der Winkel, welchen die Endfläche mit der Prismenkante bildet, oft messen; er beträgt beiläufig 64°. Eine Auslöschungsrichtung auf der klinodiagonalen Fläche schneidet die Prismenaxe unter c. 24°.

Die Krystalle sind in ihrem Wachsthum sehr zu garbenförmiger Aggregation geneigt und wenn nicht sehr verdünnte Lösungen angewendet werden, erhält man nur Aggregatformen von dendritischer und moosähnlicher Bildung.

Dieses Salz scheint mit dem von Loschmidt beschriebenen[1]) Oxalat $BaH_2(C_2O_4)_2 + 2H_2O$ übereinzustimmen.

Bei der Fällung in der Siedhitze erhält man einen krystallisirten Niederschlag, dessen Formen sich nicht auf die vorherbeschriebenen zurückführen lassen. Wenn man einen Tropfen einer sehr verdünnten Lösung eines Baryumsalzes auf dem Objectglase erwärmt bis er raucht und Dampfblasen entwickelt[2]) und dann eine geringe Menge Ammoniumoxalat zusetzt, scheidet sich sofort oder nach ganz kurzer Zeit ein weisser Niederschlag ab, welcher aus dünnen sechsseitigen

1) Wien. Akad. Ber. 51. — Auch Streng hat dieselben Krystalle beobachtet und beschrieben. N. Jahrb. f. Min. 1885, S. 39.

2) Diess geschieht am besten auf einer Blechplatte, die man von unten durch eine Gasflamme erhitzt.

langgezogenen Lamellen von rhombischen Habitus besteht. Der Winkel, welchen die beiden kürzesten Seiten an den Enden der Lamellen mit einander bilden, beträgt beiläufig 88°.

Die Krystalle zeigen eine grosse Neigung, in der Mitte sich nach den Seiten zu verbreitern und gehen im Verlauf dieser Entwicklung in charakteristisch gebaute viergliedrige Skelettformen über.

Die Polarisationserscheinungen der Krystalle sind im allgemeinen weniger lebhaft als die des monoklinen Salzes, sprechen aber für den rhombischen Charakter derselben. Die Auslöschungsrichtungen entsprechen den Symmetrielinien der Formen.

b) Bleioxalat.

Bei der Fällung verdünnter neutraler Bleisalzlösungen durch Oxalsäure bildet sich ein Niederschlag von farblosen starkglänzenden Krystallen von ziemlich verschiedenartigem Habitus. Die Mehrzahl und die kleinsten derselben erscheinen als rectanguläre oder quadratische Täfelchen. Daneben treten langgestreckte, an den Enden abgeschrägte Lamellen auf, welche den gewöhnlichsten Formen des Chlorbleis sehr ähnlich sind. Der spitze Winkel am Ende der Krystalle misst beiläufig 46°. Sie gehen, namentlich in etwas stärkeren Lösungen, in garben- und moosförmige Aggregatbildungen über, welche mitunter an die gestrickten Wachsthumsformen des Salmiaks erinnern.

Die am vollkommensten entwickelten Krystalle erscheinen als kurze vierseitige Prismen mit einer zweiflächigen Endigung. Alle diese Formen zeigen im polarisirten Lichte gerade Auslöschung.

Das Salz ist in überschüssig zugesetzter Oxalsäure auflöslich.

c) Calciumoxalat.

Man kennt schon seit längerer Zeit zwei in Form und Zusammensetzungen verschiedene Calciumoxalate sowie auch bis zu einem gewissen Grade die Bedingnisse, unter welchen sie sich bilden.[1])

Das wasserreichere Salz $CaC_2O_4 + 3H_2O$, welches in seinen schon öfter beschriebenen Krystallen dem tetragonalen System angehört, bildet sich vorherrschend durch Fällung sehr verdünnter Lösungen bei gewöhnlicher Zimmertemperatur, am leichtesten aus neutralen oder alkalischen, ammoniaksalzhaltigen Lösungen.

Das wasserärmere Salz $CaC_2O_4 + H_2O$, als Mineral (Whewellit), noch häufiger als Pflanzensecret vorkommend, gehört dem monoklinen System an und entsteht im allgemeinen leichter als das tetragonale. Sehr oft bildet es sich schon neben dem tetragonalen in neutralen, ammoniaksalzfreien Lösungen; bei gewöhnlichen Temperaturen genügt die Gegenwart von etwas freier Salzsäure oder von überschüssiger Oxalsäure um den Niederschlag in der monoklinen Form auftreten zu lassen; ausschliesslich bildet es sich bei der Fällung kochend heisser Lösungen durch Oxalsäure.

Ueber seine morphologischen Verhältnisse ist kaum etwas neues zu sagen, namentlich gegenüber den sorgfältigen Untersuchungen, welche Holzner über die in Pflanzenzellen abgelagerten Krystalle des Salzes angestellt. Ich will nur erwähnen, dass sich an den als Niederschlag dargestellten mikroskopischen Krystallen eine grosse Neigung zur Zwillingsbildung erkennen lässt, welche drei verschiedenen Gesetzen folgt. Bei dem ersten, schon von Holzner ange-

---

1) E. Schmidt Ann. d. Chem. 61, 304; 97, 225; Brooke Philosophical Mag. 1840, p. 449. Souchay und Lenssen Ann. d. Chem. 100, 311; G. Holzner: Ueber d. Krystalle in den Pflanzenzellen (Inaug.-Diss.). München 1864.

gebenen ist die Basis Zwillingsebene; bei dem zweiten eine zur Klinodiagonalen normale Fläche; bei dem dritten fallen die basischen Flächen zweier Krystalle in eine Ebene, ihre Klinodiagonalen bilden jedoch einen Winkel von beiläufig 40°. An den bei den Niederschlägen sich bildenden mikroskopischen Zerrformen macht sich die Zwillingsbildung in dem Auftreten kleiner an beiden Enden gegabelter Lamellen geltend.

Es war mir besonders darum zu thun, die Krystallbildung des Calciumoxalates in solchen Lösungen zu studiren, welche neben Calcium noch andere als Oxalate fällbare Metalle namentlich aus der Gruppe der alkalischen Erden enthalten. In dieser Beziehung konnte folgendes festgestellt werden.

Die Gegenwart von Magnesium übt keinen erkennbaren Einfluss auf die Bildung des Calciumoxalates aus. Desshalb ist die Reaction als mikroskopischer Nachweis des Calciums besonders neben Magnesium zu empfehlen. Aber auch neben Baryum und Strontium lässt sie sich anwenden, wenn man die Fällung in der Wärme, in neutraler Lösung aber mit einem Ueberschuss von Oxalsäure vornimmt. Dabei wird Baryum gar nicht, Strontium nur dann theilweise mitgefällt, wenn es in grösserer Menge vorhanden ist; es erscheint aber dann in eigenthümlichen, weiter unten zu beschreibenden Formen des tetragonalen Systems neben den viel kleineren monoklinen Krystallen des Calciumoxalates.

Das gleiche gilt von Calciumlösungen, welche Cerium und Yttrium enthalten; auch hier erscheinen bei heisser Fällung durch Oxalsäure die sehr charakteristischen breiten Lamellen des Ceriumoxalates oder die aragonitähnlichen rhombischen Prismen des Yttriumoxalates neben dem monoklinen Whewellit.

Unter Umständen, welche noch nicht genügend festgestellt sind, erscheint das Calciumoxalat in schönen oktaeder-

ähnlichen Formen, welche jedoch nicht dem tesseralen System angehören, sondern wie sich aus den beobachteten Uebergangsformen ergiebt, nur eine Formvariante des Whewellit sind, gebildet durch die nahezu im Gleichgewicht entwickelten Flächen $\infty P \cdot 0P \cdot \bar{P}\infty$. Sie polarisiren ebenso wie der Whewellit.

Dass es wirklich Calciumoxalat ist, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man zu den Krystallen ein Tröpfchen Schwefelsäure bringt. Sie lösen sich auf und an ihrer Stelle erscheinen bald Gypskrystalle.

Ich habe diese Ausbildungsformen mehrmals bei der Fällung unreiner calciumhaltiger Lösungen von Zirkoniumoxychlorid durch Oxalsäure beobachtet.

d) Ceriumoxalat.

Den Mittheilungen über das Oxalat der Ceritmetalle, welche ich s. Z. an dieser Stelle machte, habe ich nur hinzuzufügen, dass bei der Fällung von Ceriumsalzlösungen in der Siedhitze auf dem Objectglase selbst — neben den früher ausführlich beschriebenen charakteristischen Lamellen — bisweilen sehr kleine Täfelchen von quadratischen Umrissen auftreten, welche sicher einem anderen Salze angehören. Da sich ergeben hat, dass diese Krystalle jedesmal auftreten, wenn man Lösungen, die vom Cerit unmittelbar herrühren, in angegebener Weise behandelt und dass sie in weitaus überwiegender Menge erscheinen, wenn man mit den im Handel zu beziehenden Lanthansalzen operirt, liegt es nahe, dass diese quadratischen Täfelchen eine Form darstellen, die einem Lanthanoxalat von anderem Wassergehalt angehört.

e) Eisenoxyduloxalat.

Eisenoxydsalze werden durch Oxalsäure nicht gefällt. In Eisenoxydulsalzlösungen, selbst wenn sie etwas freie Salz-

säure enthalten, bringt Oxalsäure einen Niederschlag von Eisenoxyduloxalat hervor, welcher krystallisirt ist und aus kleinen, blassgelblichgrünen Prismen mit einer domatischen Endigung, gewöhnlich nur aus rectangulären Täfelchen besteht. Sie gehören dem rhombischen Systeme an, zeigen lebhafte Polarisationserscheinungen und gerade Auslöschung. Nicht selten finden sich kreuzförmige Zwillinge wie jene vom Staurolit. Das Salz ist wahrscheinlich dem weiter unten zu erwähnenden Zinkoxalat isomorph.[1])

f) Kadmiumoxalat.

Nicht zu saure Kadmiumlösungen geben mit oxalsaurem Ammon, langsamer mit Oxalsäure, einen Niederschlag, welcher bei genügender Verdünnung der Lösungen stets aus gut entwickelten farblosen Krystallen von monoklinem Habitus besteht. Sie zeigen gewöhnlich prismatischen Bau mit schiefliegenden Endflächen und erscheinen vorherrschend als rhomboidale Lamellen mit einem spitzen ebenen Winkel von c. 63°. Eine Auslöschungsrichtung schneidet die Langseite der Lamellen unter beiläufig 24°. An diesen Krystallen treten oft kreuzförmige Verwachsungen auf. Hie und da bilden sich auch Krystalle von tafelförmiger Entwicklung. Solche entstehen leichter, wenn man eine etwas saure Kadmiumlösung mit Oxalsäure versetzt und in eine Ammoniakatmosphäre bringt.

In einer Schwefelwasserstoffatmosphäre werden die Krystalle schön gelb und trüb, besonders schnell wenn sie etwas feucht sind.

Die Reaction reicht nicht aus, um geringe Mengen Kadmium neben Zink nachzuweisen; denn schon bei gleichen Mengen beider Metalle bilden sich ausschliesslich Mikrokrystalle in den charakteristischen Formen des Zinkoxalates.

---

1) **Souchay** und **Lenssen** stellten ein Eisenoxyduloxalat von der Zusammensetzung $FeC_2O_4 + 2H_2O$ her. Ann. d. Chem. 102.

g) Kobalt- und Nickeloxalat.

Bei der Verfolgung der Aufgabe, für den Nachweis geringer Mengen von Nickel neben Kobalt und Eisen eine Methode aufzufinden, welche auch noch für sehr kleine Quantitäten von Material ausreichend wäre, prüfte ich das Verhalten der beiden Metalle in ihren Lösungen gegen Oxalsäure und gelangte zu einer Methode, die in vielen Fällen die verhältnissmässig besten Resultate giebt.

Salpetersaure Lösungen von Kobalt und Nickel, welche durch Abdampfen bis fast zur Trockniss vom Ueberschuss der Säure annähernd befreit sind, geben selbst in ziemlich weitgehender Verdünnung mit Oxalsäure einen Niederschlag der Oxalate von Kobalt und Nickel, im Ueberschuss von Oxalsäure so gut wie unlöslich. Gleichzeitig vorhandenes Eisen bleibt als Oxalat in Lösung und kann allenfalls durch Filtration entfernt werden. Bei der Operation auf dem Objectglase kommt der Umstand zu statten, dass bei Anwendung genügend verdünnter, höchsten 2%iger Lösungen die Oxalate des Kobalt und Nickels, besonders aber letzteres, sich ziemlich fest an die Glasfläche ansetzen, so dass der darüberstehende Flüssigkeitstropfen abgegossen und der Krystallabsatz durch behutsames Abspülen mit Wasser oder indem man das Objectglas schief in ein Schälchen mit Wasser einstellt, sogar ausgewaschen werden kann.

Das Oxalat des Kobalts erscheint, aus reinen Kobaltlösungen gefällt, in flachen rectangulären Prismen, aus nickelhaltigen Lösungen in beiderseits gespitzten Nädelchen mit gerader Auslöschung. Das Oxalat aus reinen Nickellösungen bildet kleine trapezförmige oder rhombische Schuppen, gewöhnlich aber flache Kügelchen und Sphäroide von ziemlich lebhafter Polarisation, in ihrer Form erst bei $\frac{500}{1}$ Vergrösserung deutlich zu unterscheiden. Schon bei einem Gehalte der Lösung von $^1/_3$ Nickel auf $^2/_3$ Kobalt erscheinen die pris-

matischen Formen des Kobaltoxalates nur mehr vereinzelnt (z. B. bei den gewöhnlichen Varietäten des Linnéit von Müsen); bei gleichen Mengen beider Metalle sind nur die Formen des Nickelsalzes zu beobachten; erst bei $^3/_4$ Kobalt auf $^1/_4$ Nickel nehmen die Formen des Kobaltsalzes im Niederschlage überhand.

Nach dem Abgiessen der überstehenden Flüssigkeit löst sich der Niederschlag in einem Tropfen starker Ammoniakflüssigkeit langsam aber vollständig auf. Reine Kobaltlösungen bleiben dabei, wenn nicht die Verdunstung zu weit fortschreitet, klar; bei Gegenwart geringer Mengen von Nickel bildet sich in einigen Minuten, bei grösserem Nickelgehalt in kürzerer Zeit der Absatz eines krystallinischen Niederschlages von Nickelammoniumoxalat, welcher gewöhnlich aus kugligen oder flach sphäroidischen Gebilden, bisweilen auch aus vierlappigen oder abgerundeten rautenförmigen Schuppen besteht.

Sie zeigen in der Regel Aggregatpolarisation. Selbst in Verbindungen, welche so wenig Nickel enthalten wie das käufliche metallische Kobalt, lässt sich die Gegenwart des ersteren auf diesem Wege noch deutlich nachweisen.

h) Kupferoxalat.

Kupfersalzlösungen geben mit Oxalsäure einen bläulichweissen Niederschlag des Oxalates $CuC_2O_4 + H_2O$ [1]), welcher, bei gewöhnlicher Temperatur auf dem Objectglase gefällt, in kleinen kugligen und ellipsoidischen Formen erscheint, welche bisweilen einfache, gewöhnlich aber Aggregatpolarisation zeigen und ein starkes Brechungsvermögen besitzen.

Führt man die Fällung in der Siedehitze aus, so bilden sich neben den ersten Formen und durch Uebergangsbildungen mit ihnen verbunden kleine aber scharf ausgebildete

---

1) Nach Hausmann und Löwenthal Ann. d. Chem. 89, 108.

würfelförmige Krystalle, welche nach ihrem optischen Verhalten dem rhombischen System angehören und die Combination $\infty P \cdot P$ mit einem Prisma von nahezu 90° repräsentiren. Die Auslöschungsrichtungen liegen auf einigen Krystallen den Diagonalen, auf anderen den Seiten der scheinbaren Würfelflächen parallel.

Das Salz ist in Wasser kaum löslich und lässt sich gut auswaschen ohne seine Formen einzubüssen. In einer Schwefelwasserstoffatmosphäre nehmen die Krystalle nach kurzer Zeit eine braune bis tiefschwarze Farbe an und werden undurchsichtig. Der Niederschlag löst sich in einem Tropfen Ammoniak leicht zu blauer Flüssigkeit auf; aus der Lösung scheidet sich beim Verdunsten des Ammoniaks ein blassbläuliches Salz theils in kugligen Aggregaten, theils in undeutlichen, anscheinend rechtwinkligen Prismen mit gerader Auslöschung ab; es ist noch zu untersuchen, ob es mit dem ursprünglichen Salze identisch oder ein Ammoniumdoppelsalz ist.

i) Manganoxyduloxalat.

Versetzt man hinreichend verdünnte Manganoxydulsalzlösungen auf dem Objectglase mit Oxalsäure, so bildet sich ein Krystallniederschlag, welcher aus farblosen langen, gewöhnlich sternförmig gruppirten Prismen des Salzes $(Mn_2C_2O_4)_2 + 5H_2O$ [1]) besteht. Die Prismen zeigen bei besserer Entwicklung eine schiefe Endigung, löschen aber auf allen Flächen gerade aus.

k) Silberoxalat.

Der Niederschlag, welchen Oxalsäure in verdünnten Lösungen von Silbernitrat in der Kälte hervorbringt, erscheint unter dem Mikroskop in kleinen aber scharf ausgebildeten Blättchen, welche bisweilen rhombische Umrisse mit

1) Souchay und Lenssen, Ann. d. Chem. 102, 47.

einem spitzen ebenen Winkel von nahezu 60° zeigen; häufiger treten sie als anscheinend hexagonale Täfelchen auf, deren optisches Verhalten jedoch zeigt, dass sie nicht dem hexagonalen, sondern wahrscheinlich dem rhombischen System angehören. Sie polarisiren ziemlich lebhaft und löschen nach den Richtungen der Diagonalen des Rhombus aus. Das Salz, dessen Zusammensetzung von Souchay und Lenssen als AgC_2O_4 bestimmt worden ist[1]), löst sich kaum in Wasser (in 13000 Thl. in der Kälte), leicht in Ammoniak und kann aus der Lösung in ähnlichen, meist aber weniger scharf entwickelten Krystallen durch Verdunsten des Ammoniaks wiedererhalten werden.

l) Strontiumoxalat.

Der Niederschlag, welchen Strontiumsalze mit Oxalsäure oder oxalsaurem Ammonium geben, erscheint je nach der Temperatur, bei welcher die Fällung vorgenommen wird, in zweierlei Formen; in der Siedehitze bilden sich glänzende, vielleicht mit dem monoklinen Baryumsalz übereinstimmende prismatische Krystalle; bei kalter Fällung entstehen Formen, welche jenen des tetragonalen Calciumoxalates vollständig gleichen. Doch lässt sich erkennen, dass die Neigung des Salzes zur Bildung der tetragonalen Formen grösser ist als zu jener der monoklinen Verbindung — im Gegensatz zum Calciumoxalat. Selbst bei Fällung in der Siedehitze entsteht oft das tetragonale Salz, mitunter in schönen kleinen Prismen mit einer stumpfen Pyramide; so namentlich, wenn ein Gemenge von Calcium- und Strontiumlösungen in der Hitze durch Oxalsäure gefällt wird, wobei das Calciumsalz monoklin, das Strontiumsalz tetragonal ausfällt.

1) A. a. O.

m) Zinkoxalat.

Neutrale oder nur schwach saure Lösungen von Zinksalzen geben mit Oxalsäure einen weissen Niederschlag, welcher bei genügender Verdünnung der Lösungen stets krystallirt ist und bei gewöhnlicher Temperatur wie in der Siedehitze entstanden im Wesentlichen die gleichen Formen zeigt. Im Allgemeinen besitzen sie einen ausgesprochen rhombischen Habitus und erscheinen als niedrige Pyramiden oder Domen von rhombischer Basis, seltener als rhombische oder symmetrisch sechsseitige Täfelchen. Die Krystalle sind durch ihre lebhaften Polarisationserscheinungen ausgezeichnet, besonders die rhombischen Täfelchen; diese lassen nicht selten zwischen gekreuzten Nicols farbige Interferenzlinien erkennen, welche in ihrer Vertheilung ganz an die Interferenzfiguren optisch zweiaxiger Krystalle mit kleinem Axenwinkel erinnern. Sie sind wahrscheinlich nur durch die regelmässig angeordneten Unterschiede in der Dicke der Blättchen bedingt, sprechen aber doch sehr deutlich für den rhombischen Charakter der Krystalle.

Der Niederschlag lässt sich für den mikroskopischen Nachweis von Zink um so besser verwerthen, als er in seinen eigenthümlichen Formen neben den Oxalaten der meisten übrigen, neben Zink häufiger vorkommenden Metalle sich bildet. Nur bei Gegenwart von Eisenoxydulsalzen sind Verwechslungen möglich, welche aber dadurch leicht vermieden werden können, dass man das Eisensalz in der Lösung oxydirt, worauf es von Oxalsäure nicht mehr gefällt wird.

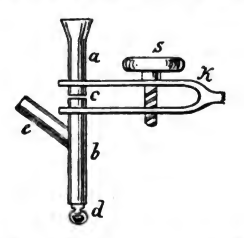
3. Ueber einen kleinen Filtrirapparat.

Eine der grössten Schwierigkeiten bei mikrochemischen Aufgaben bietet die Trennung durch Filtration bei geringen Substanzmengen und an dieser Klippe müssen manche sonst einfache und scharfe Methoden in der Praxis Schiffbruch

leiden. Streng hat für diesen Zweck neuerdings eine Methode angegeben[1]), welche darauf beruht, dass die Flüssigkeit von einem auf dem Objectglase befindlichen Niederschlag durch ein befeuchtetes Streifchen Filtrirpapier abgehebert und auf ein darunter befindliches Objectglas geleitet wird. Das Verfahren führt gewiss in manchen Fällen zu recht befriedigenden Resultaten; allein wenn es sich darum handelt, eine so vollkommene Trennung zu bewerkstelligen, wie sie durch Auswaschen erreicht wird, kann es kaum genügen.

Ich habe mir einen kleinen Filtrirapparat construirt, welcher mir für den in Frage stehenden Zweck die besten Dienste leistet und auch ein ausreichendes Waschen der Niederschläge gestattet.

Der Apparat besteht aus zwei kurzen Glasröhren a und b von 3, höchstens 4 mm lichter Weite bei einer Wandstärke von etwa 1—1½ mm. Beide sind je an einem Ende senkrecht abgeschliffen und dann in einer horizontalen Klammer K so befestigt, dass sie vertical übereinander stehen und die abgeschliffenen Enden sich eben berühren. Die obere Röhre a ist am oberen Ende trichterförmig erweitert; die untere b besitzt im oberen Drittel eine communicirende Ansatzröhre e (von gleicher Weite), welche schräg nach oben gerichtet ist; über das freie Ende derselben wird ein Gummischlauch gezogen, der das Absaugen der Luft vermittelt. Das untere Ende der Röhre b ist durch einen Pfropfen, allenfalls durch einen eingeschliffenen Glasstöpsel d verschlossen, wenn filtrirt werden soll. Zwischen die abgeschliffenen Enden der Glasröhren bei c, welche sich vermöge



1) XXIV. Ber. d. Oberh. Ges. f. Natur- u. Heilkunde S. 54.

der federnden Arme der Klammer etwas auseinander rücken lassen, wird ein angefeuchtetes Scheibchen von doppeltem Filtrirpapier gebracht, welches den Rand der Glasröhren etwa um 1 mm überragt und hierauf die abgeschliffenen Enden durch die Klemmschraube S gegeneinander gepresst. Wenn die zu filtrirende Flüssigkeit in die Röhre a gebracht worden ist, saugt man behutsam durch den Gummischlauch die Luft aus b; das Filtrat sammelt sich schnell über d und wird von dort durch Oeffnen des Verschlusses entleert. Nöthigenfalls lässt sich durch Aufgiessen von Wasser etc. das Auswaschen des Niederschlages ebenso leicht bewerkstelligen. Dieser befindet sich nun, nachdem man die Klemmschraube gelöst und indem man die Röhrenenden bei c etwas auseinandergerückt hat, auf dem oberen Papierscheibchen in einer kreisförmigen Lage von 3—4 mm Durchmesser und lässt sich ohne erhebliche Verluste und mit geringem Aufwand von Wasser auf ein Objectglas oder ein Uhrglas übertragen. Der Apparat wird, nachdem das Filtrum herausgenommen ist, mit Wasser durchspült und ist damit zu weiterem Gebrauche sofort vorgerichtet.

Ich habe vermittelst des Apparates frischgefälltes Baryumsulfat ohne Decantiren klar abfiltrirt; die Operation erfordert für etwa 2—3 kcm Flüssigkeit einschliesslich des Ausspülens kaum ebensoviel Minuten Zeit.

Herr von Beetz legte eine Abhandlung vor:

„Ueber die electrische Leitungsfähigkeit des absoluten Alkohols“, von Emanuel Pfeiffer.

Im Anschluss an eine vor kurzem in diesen Berichten erschienene Arbeit über die electrische Leitungsfähigkeit von Mischungen aus Alkohol und Wasser[1]) wurde ich auf eine genauere Untersuchung der Frage nach dem diesbezüglichen Verhalten von möglichst reinem, absoluten Alkohol selbst geführt. Die Flüssigkeiten wurden in demselben Widerstandsgefäss untersucht, das ich in der eben citirten Arbeit[2]) ausführlich beschrieben habe und das eine Widerstandscapacität

$$K = 0{,}0000003303$$

besitzt.

Die Ermittelung der Widerstände geschah, wie in meiner noch früheren Arbeit über die electrische Leitungsfähigkeit des kohlensauren Wassers[3]) genauer ausgeführt ist, nach der Kohlrausch'schen Methode mittels Sinusinductor und Electrodynamometer.

Was Literaturangaben über obiges Thema anlangt, so sind dieselben ziemlich spärlich. Neben einer Anzahl von unbestimmten, allgemeinen und teilweise unrichtigen An-

1) Pfeiffer, Sitzber. d. k. b. Akad. d. W., 1885. 5. Febr.

2) l. c. p. 94.

3) Pfeiffer, Sitzber. d. k. b. Akad. d. W., 1884. Heft II p. 293.

gaben sind nur die Bemerkungen von Kohlrausch über diesen Gegenstand von Bedeutung. Derselbe findet[1]) die electrische Leitungsfähigkeit von käuflichem, sogenanntem absoluten Alkohol schwankend zwischen 1,8 und 2,0. (Auch hier sind die für die Leitungsfähigkeiten angegebenen Zahlen mit 10^{10} zu multipliciren, um sie auf die Leitungsfähigkeit des Hg = 1 zu reduciren.) Wurde derselbe in der bekannten Weise über gebranntem Kalk destillirt, um den Rest von Wasser zu entfernen, so erhielt er Werte der Leitungsfähigkeit, die zwischen 0,3 und 0,5 schwankten.

Auch bei meinen Versuchen gieng ich von käuflichem, absoluten Alkohol aus, der nach einer specifischen Gewichtsbestimmung noch 0,72 % Wassser enthielt und bei Zimmertemperatur die Leitungsfähigkeit 2,4 besass. Um reinen absoluten Alkohol zu gewinnen, wurde eine Portion von ca. 3 Litern mit gebranntem Kalk einige Tage in einem Glaskolben stehen gelassen, dann mit Rückflusskühler einige Stunden in diesem gekocht und dann eine langsame und regelmässige Destillation mit Glaskühler und Glasvorlage unter sorgfältigem Abschluss der atmosphärischen Feuchtigkeit eingeleitet. Um die Lösungen aus der grossen Flasche, in der sie aufbewahrt wurden, in das Widerstandsgefäss zu leiten, ohne dieselben mit der atmosphärischen Luft in Verbindung zu bringen, wurden sie durch Glasröhren, die mittelst Korkstöpseln luftdicht in die Gefässe eingesetzt werden konnten, aus einem Gefässe ins andere mit Hilfe einer Art Wasserluftpumpe hinübergesaugt.

Indem ich nach diesen einleitenden Bemerkungen zur Angabe der erzielten Resultate schreite, will ich zunächst erwähnen, dass bei den ersten Destillationen der Wert der Leitungsfähigkeit des erhaltenen Destillates in der That innerhalb der von Kohlrausch gegebenen Grenzen schwankte. Nun

1) Kohlrausch, Pogg. Ann. Ergzbd. VIII p. 12. 1876.

wurden aber die auf diese Weise erhaltenen Producte immer wieder von neuem nach demselben Verfahren destillirt, und es stellte sich dabei heraus, dass die Leitungsfähigkeiten tiefer und tiefer sanken.

In den weiter unten folgenden Tabellen sind für einige der reinsten von mir erhaltenen Lösungen die Zahlenwerte angegeben.

Es stellte sich bald heraus, dass der reine Alkohol mit reinem Wasser die Eigenschaft teilt, dass durch ganz geringfügige Verunreinigungen die Leitungsfähigkeit stark beeinflusst wird. Durch blosses Stehenlassen in dem völlig reinen und seit mehr als 1/2 Jahr nur ganz reines Wasser und eben solchen Alkohol enthaltenden Gefäss ändert sich die Leitungsfähigkeit des ganz reinen Alkohols nahe zusehends. Da ich auch Temperaturcoefficienten der Lösungen bestimmte, so musste ich wegen der geraumen Zeit die verstreicht, bis das Gefäss eine gewünschte Temperatur angenommen hat, obiger Zunahme des Leitungsvermögens Rechnung tragen und deshalb sind auch diese Zunahmen mit der Zeit in den folgenden Tabellen mit angeführt.

Was nun die nachfolgenden Tabellen anlangt, so sind in ihnen eine kleine Zahl der von mir gemachten Versuchsreihen zusammengestellt.

Die erste Columne λ enthält die Leitungsfähigkeiten der Lösungen, die zweite und dritte die Temperatur derselben im Moment der Widerstandsbestimmung. In Betreff der Temperaturbestimmung ist zu bemerken, dass das Widerstandsgefäss in einem mit Wasser gefüllten Glas stand, das selbst wieder in ein grosses Wasserbad eingesetzt wurde, um die Temperatur recht sicher zu ermitteln und um die Temperaturänderungen meines Gefässes recht allmählich zu vollziehen.

Es wurden nur zwei verschiedene Temperaturen in Anwendung gebracht, nämlich die jeweilige Zimmertemperatur t und eine höhere t_1 von ca. 30°, welche mittelst eines von

den Schwankungen des Barometerstandes unabhängigen Thermostaten erzielt wurde und während beliebig langer Zeit im Maximum um 0,2° schwankte.

Die vierte und fünfte Columne enthalten die Zeit der Bestimmung nach Tag und Stunde.

Um nun den Temperaturcoefficienten einer Lösung zu erhalten, genügt nicht die directe Vergleichung zweier aufeinander folgender Bestimmungen bei den Temperaturen t und t_1, da die Veränderung der Leitungsfähigkeit eine Resultirende aus zwei Ursachen ist, nämlich aus dem Einfluss der Temperatur und dem des blossen Stehenbleibens während einer bestimmten Zeit. Um den ersteren, der bestimmt werden soll, von letzterem loszuschälen, verfuhr ich folgendermassen. Bei der Temperatur t wurden zwei, um eine gemessene Zeit von einander abstehende Messungen gemacht, und aus der Differenz der Leitungsfähigkeiten die Zunahme derselben pro Stunde für die Temperatur t berechnet. Diese Zahlen sind in der Columne Δ_h (t) enthalten. Sodann wurde das Widerstandsgefäss in das Bad mit der hohen Temperatur t_1 eingesetzt und, nachdem diese Temperatur vom Gefäss angenommen war, auch bei t_1 zwei analoge Bestimmungen gemacht, die die Zunahme der Leitungsfähigkeit pro Stunde bei der Temperatur t_1 ergaben; diese sind unter der Bezeichnung Δ_h (t_1) eingetragen. Das arithmetische Mittel aus zwei solchen aufeinanderfolgenden Werten ergab mit der nötigen Annäherung die Zunahme der Leitungsfähigkeit pro Stunde beim Uebergang der Temperatur von t auf t_1 und mit Hilfe dieser letzten Zahl konnte dem Teil der Aenderung der Leitungsfähigkeit bei der Temperaturzunahme, der von dem Einfluss der Zeit herrührte, in leicht ersichtlicher Weise Rechnung getragen werden.

In der Columne Δ_t sind die Zunahmen der Leitungsfähigkeit pro Grad zusammengestellt, wie sie sich nach Anwendung der eben erwähnten Correction ergaben.

Die zwei nächsten Vertikalreihen enthalten Temperaturcoefficienten. In der ersteren sind unter $\frac{\Delta_t}{\lambda_{18}}$ die Zunahmen pro Grad im Verhältnisse zur Leitungsfähigkeit bei 18° zu verstehen.

Um auch einen Vergleich mit den bei den Metallen auftretenden Grössen des Temperatureinflusses zu ermöglichen, bei denen die Temperaturcoefficienten meist auf die Leitungsfähigkeit λ_0 bei 0° bezogen werden, sind diese Werte für meine Lösungen unter $\frac{\Delta_t}{\lambda_0}$ zusammengestellt.

Zunächst gehe ich zur Angabe einiger von mir erlangter Zahlen über und will hiebei nur die nötigsten Bemerkungen machen, indem ich mir die Discussion der Resultate auf später verspare. Jede Tabelle enthält immer die Untersuchung je einer Füllung des Widerstandsgefässes.

In Tabelle I sind die Zahlen für einen Alkohol enthalten, der gleich nach Beendigung der Destillation aus der grossen Flasche, in der er aufbewahrt wurde, ins Widerstandsgefäss eingefüllt wurde.

Wie aus folgender Tabelle ersichtlich ist, trat zwischen dem 4. und 28. Tage der Beobachtung eine lange Pause, während deren das Widerstandsgefäss fest verschlossen bei Zimmertemperatur aufbewahrt wurde.

Aber auch die grosse Flasche, aus der obige Probe gleich nach Beendigung der Destillation entnommen war, wurde während derselben Zeit unter den gleichen Bedingungen aufbewahrt. Nach obiger Versuchsreihe wurde nun die Lösung ausgegossen und frischer Alkohol aus der nahe 5 Wochen lang gestandenen grossen Flasche (und zwar von derselben Destillation wie der erste) eingefüllt. Die Resultate dieser 2. Beobachtungsreihe sind in Tabelle II zusammengestellt.

Tabelle I. (1. Destillat, 1. Portion.)

λ	t	t_1	Zeit Tag	Zeit Stunde (h ′)	$\Delta_h(t)$	$\Delta_h(t_1)$	Δ_t	$\frac{\Delta_t}{\lambda_{18}}$	$\frac{\Delta_t}{\lambda_0}$
0,1925	15,5		1.	9 43	0,0031				
0,1958	15,9		1.	10 47			— 0,00197	— 0,01028	— 0,00867
0,1745		28,5	1.	12 0		0,0028			
0,1844		28,7	1.	3 32			— 0,00199	— 0,00958	— 0,00817
0,2124	15,7		1.	5 2	0,0000				
0,2124	15,8		1.	6 15			— 0,00174	— 0,00834	— 0,00725
0,1914		28,4	1.	6 55		0,0026			
0,2259		28,3	2.	8 14			— 0,00085	— 0,00357	— 0,00335
0,2436	12,0		2.	9 58					
0,2413	16,1		2.	10 46	0,0006				
0,2420	16,3		2.	12 4			— 0,00085	— 0,00349	— 0,00332
0,2346		28,7	2.	2 44		0,0018			
0,2369		28,7	2.	4 1			— 0,00067	— 0,00271	— 0,00260
0,2472	15,8		2.	5 16	0,0009				
0,2476	15,7		2.	5 43			— 0,00059	— 0,00238	— 0,00230
0,2416		29,0	2.	6 48		0,0026			
0,2760		29,0	3.	7 49			+ 0,00037	+ 0,00137	—
0,2732	16,1		3.	9 0	0,0008				
0,2745	16,5		3.	10 35			+ 0,00054	+ 0,00195	—
0,2830		29,0	3.	11 58		0,0016			
0,2867		29,0	3.	2 17			+ 0,00061	+ 0,00216	—
0,2804	16,2		3.	3 50	0,0005				
0,2813	16,1		3.	5 31			+ 0,00078	+ 0,00277	—
0,2933		29,5	3.	6 37		0,0024			
0,3238		29,5	4.	7 30			+ 0,00166	+ 0,00536	—
0,3041	16,0		4.	9 0	0,0010				
0,3056	15,9		4.	10 32					
0,4191	14,3		28.	4 41	0,0005				
0,4196	14,4		28.	5 33			+ 0,00606	+ 0,0138	—
0,5171		30,3	28.	6 48		0,0014			
0,5406		31,3	29.	7 37			+ 0,00655	+ 0,0143	—
0,4439	16,1		29.	9 20	0,0008				
0,4455	16,2		29.	11 24			+ 0,00646	+ 0,0141	—
0,5355		30,0	29.	12 15		0,0010			
0,5385		30,2	29.	3 16			+ 0,00646	+ 0,0140	—
0,4421	15,1		29.	4 44	0,0005				
0,4493	15,4		30.	7 43			+ 0,00663	+ 0,0141	—
0,5481		30,2	30.	9 6		0,0005			
0,5511		30,2	30.	2 38			+ 0,00651	+ 0,0138	—
0,4546	15,3		30.	4 16	0,0004				
0,4648	15,9		31.	8 32					

Tabelle II. (1. Destillat, 2. Portion.)

λ	t	t_1	Zeit		$\Delta_h(t)$	$\Delta_h(t_1)$	Δ_t	$\frac{\Delta_t}{\lambda_{18}}$	$\frac{\Delta_t}{\lambda_0}$
			Tag	Stunde					
				h ′					
0,1550	16,1		1.	3 30	0,0018				
0,1586	16,6		1.	5 26					
0,1669		30,7	1.	6 35		0,0027	+ 0,00041	+ 0,00258	—
0,2052		30,7	2.	8 —					
0,1941	17,2		2.	9 49	0,0003		+ 0,00102	+ 0,00523	—
0,1945	17,4		2.	11 11					
0,2125		30,8	2.	12 22		0,0019	+ 0,00125	+ 0,00640	—
0,2172		30,7	2.	2 52					
0,2013	17,0		2.	4 17	0,0006		+ 0,00129	+ 0,00637	—
0,2026	17,1		2.	6 28					
0,2247		30,7	2.	7 21		0,0019	+ 0,00154	+ 0,00755	—
0,2502		30,9	3.	8 26					
0,2267	17,0		3.	11 36	0,0000		+ 0,00192	+ 0,00849	—
0,2272	17,2		3.	2 25					
0,2624		30,9	3.	5 38		0,0019	+ 0,00234	+ 0,01022	—
0,2913		30,9	4.	8 45					
0,2574	17,0		4.	11 47	0,0006		+ 0,00268	+ 0,01030	—
0,2591	17,0		4.	2 32					

Nach diesen Resultaten begann ich von Neuem mit Destillationen. In den folgenden drei Tabellen sind aus den Versuchsreihen, die ich für verschiedene Destillate erhielt, nur die Zahlen für ein einziges Destillat zusammengestellt, welches die tiefsten Werte für die Leitungsfähigkeit des absoluten Alkohols ergeben hat.

Tabelle III. (2. Destillat, 1. Portion.)

λ	t	t_1	Zeit		$\Delta_h(t)$	$\Delta_h(t_1)$	Δ_t	$\frac{\Delta_t}{\lambda_{18}}$	$\frac{\Delta_t}{\lambda_0}$
			Tag	Stunde					
				h ′					
0,1409	18,3		1.	1 56					
0,1319		33,2	1.	2 47		0,0040			
0,1367		33,3	1.	4 —			−0,000873	— 0,00569	— 0,00517
0,1530	18,3		1.	5 34	0,0000				
0,1530	18,3		1.	6 —			−0,000391	— 0,00255	— 0,00214
0,1491		33,4	1.	7 25		0,0028			
0,1844		33,4	2.	7 50			±0,0000	+ 0,0000	+ 0,0000
0,1860	17,7		2.	8 51	0,0007				
0,1864	17,7		2.	9 25					

Tabelle IV. (2. Destillat, 2. Portion.)

λ	t	t_1	Zeit		$\Delta_h(t)$	$\Delta_h(t_1)$	Δ_t	$\frac{\Delta_t}{\lambda_{18}}$	$\frac{\Delta_t}{\lambda_0}$
			Tag	Stunde					
				h ′					
0,1528	17,7		2.	10 —	0,0042				
0,1553	17,7		2.	10 37			— 0,000974	— 0,00628	— 0,00565
0,1434		33,3	2.	11 25		0,0040			
0,1459		33,4	2.	12 3			— 0,000846	— 0,00514	— 0,00471
0,1645	17,8		2.	2 5	0,0014				
0,1651	17,8		2.	2 31					

Tabelle V. (2. Destillat, 3. Portion.)

λ	t	t_1	Zeit		$\Delta_h(t)$	$\Delta_h(t_1)$	Δ_t	$\frac{\Delta_t}{\lambda_{18}}$	$\frac{\Delta_t}{\lambda_0}$
			Tag	Stunde					
				h ′					
0,1261	17,9		2.	2 50	0,0022				
0,1276	17,9		2.	3 30			— 0,00105	— 0,00824	— 0,00717
0,1141		33,7	2.	4 45		0,0028			
0,1203		33,9	2.	6 59			— 0,000916	— 0,00670	— 0,00598
0,1374	17,3		2.	8 9	0,0003				
0,1406	17,8		3.	7 25			— 0,000646	— 0,00459	— 0,00425
0,1319		33,9	3.	8 35		0,0024			
0,1348		33,9	3.	9 48			— 0,000270	— 0,00189	— 0,00183
0,1426	17,6		3.	12 4	0,0007				
0,1440	18,0		3.	2 8			— 0,000081	— 0,00056	— 0,00055
0,1435		34,1	3.	2 49		0,0016			
0,1468		34,3	3.	4 47					
0,1613		34,2	4.	9 47		0,0017			
0,1637		34,2	4.	10 14			+ 0,000089	+ 0,00053	—
0,1665	18,4		4.	3 28	0,0003				
0,1672	18,5		4,	5 44			+ 0,000253	+ 0,00151	—
0,1730		34,3	4.	7 —		0,0025			
0,2043		34,2	5.	7 10			+ 0,000810	+ 0,00419	—
0,1938	18,4		5.	8 42	0,0006				
0,1950	18,6		5.	10 47					

Beim Betrachten dieser Resultate fällt zunächst die Thatsache ins Auge, dass der reine absolute Alkohol gegen kleine Verunreinigungen in seiner electrischen Leitungsfähigkeit eine ähnliche Empfindlichkeit besitzt wie das reine Wasser. Jede Tabelle enthält eine Versuchsreihe mit einer einzigen Füllung, die während der ganzen Dauer der Untersuchung mit einem sehr gut schliessenden Glasstöpsel gesperrt war. Das aus den Tabellen ersichtliche Anwachsen der Leitungsfähigkeit kann im Wesentlichen nur durch Auflösen der Glassubstanz von den Wänden des Widerstandsgefässes erfolgt sein, vielleicht auch durch Abgabe von Verunreinigungen von Seite der Platinelectroden. Wie sehr dieses Anwachsen von der Temperatur abhängt, ist aus den Rubriken Δ_h (t) und Δ_h (t_1) ersichtlich, die die Zunahme der Leitungsfähigkeit pro Stunde bei Zimmertemperatur und bei ca. 33° bezeichnen. Der 1. Wert von Δ_h (t) in jeder Tabelle ist aussergewöhnlich gross, er erklärt sich durch die Mischung der eben eingegossenen reinen Lösung mit den an den Wänden adhärirenden Resten der vorherigen bereits verunreinigten. Abgesehen von dieser ersten Zahl sind die Zahlen Δ_h (t) bedeutend, meistens ungefähr dreimal kleiner als die Zahlen Δ_h (t_1).

Auch die zweite Erfahrung, auf die ich hier hinweisen möchte, erläutere ich am besten an der Hand der Tabellen.

Tabelle I enthält die Zahlen für eine Lösung, die unmittelbar nach Vollendung einer Destillation ins Widerstandsgefäss eingefüllt worden war. Während der 31 tägigen Beobachtungsdauer war die Leitungsfähigkeit von 0,1925 auf 0,4648 gestiegen. Die grosse Masse derselben Destillation war in der als Vorlage dienenden grossen Flasche aufbewahrt worden. Es wurde nun eine Probe dieses letzteren Alkohols untersucht. In Anbetracht des Umstandes, dass die 1. Probe im Widerstandsgefäss mit einer im Verhältnis

zu ihrer Masse ungleich grösseren Glasfläche in Berührung gewesen und teilweise Temperaturen über 30° ausgesetzt gewesen war, erwartete ich bei der 2. Probe eine bedeutend kleinere Steigerung der ursprünglichen Leitungsfähigkeit. Ein Blick auf Tabelle II, welche die Resultate wiedergibt, zeigt, dass die Leitungsfähigkeit während der 5 wöchentlichen Aufbewahrung im grossen Gefäss von 0,1925 auf 0,1550 gesunken war. Um den Grund dieser auffallenden Erscheinung nachzuweisen, habe ich Tabellen III, IV und V angefügt, welche die Resultate mit den 3 verschiedenen Proben eines einzigen Destillates waren. Die 1. Probe (Tabelle III) zeigt einen ähnlichen Verlauf der Erscheinungen wie Tabelle I, sie wurde 2 Tage untersucht. Sodann wurden am 2. Tage (seit der Bereitung des Destillates waren 2 Tage verflossen) rasch nacheinander 2 Füllungen untersucht. Bis zur ersteren von beiden war die grosse Aufbewahrungsflasche ruhig stehen geblieben; vor der letzten Füllung des Widerstandsgefässes wurde dieselbe längere Zeit aufs heftigste geschüttelt, um den Alkohol mit der mit ihm eingeschlossenen, vollkommen trockenen atmosphärischen Luft zu sättigen. Der Unterschied zwischen dem noch annähernd luftfreien Alkohol im ersten und dem mit Luft gesättigten im zweiten Fall zeigt sich in Tabelle IV und V. Während bei Zimmertemperatur im ersten Fall die Leitungsfähigkeit 0,1528 betrug, war sie im zweiten auf 0,1261 herabgesunken und damit ist gezeigt, dass die Leitungsfähigkeit des reinen Alkohols durch Absorption von Luft beträchtlich abnimmt.

Hiermit erklärt sich auch die oben berührte eigentümliche Erscheinung, dass nach 5wöchentlicher Aufbewahrung in der grossen Flasche die Leitungsfähigkeit des Alkohols gesunken war. Denn die letztere stieg wegen Aufnahme von Verunreinigungen und fiel wegen allmählicher Absorption von Luft. In Folge grosser Reinheit der Glasflächen

oder grosser Beständigkeit der Glassorte war aber die erstere Einwirkung gering und überwog die letztere.

Schon vor Jahren habe ich eine analoge Erscheinung beim Durchleiten eines Luftstromes durch reines Wasser gefunden, dessen Leitungsfähigkeit dadurch ebenfalls sank. Doch konnte ich damals wegen nicht ausreichender Hilfsmittel die Erscheinung nicht sicher constatiren. Es wäre also möglich, dass obiger Satz nicht auf den absoluten Alkohol allein stimmt, sondern allgemeinere Giltigkeit besitzt.

Ein bestimmter Wert für die Leitungsfähigkeit des absoluten Alkohols lässt sich, wie aus dem bereits Gesagten folgt, ebenso wie beim Wasser nicht angeben. Da dieselbe mit zunehmender Reinheit tiefer und tiefer sinkt, so kann man die kleinsten von mir gefundenen Werte nur als obere Grenze des wahren Wertes betrachten. Dieselben sind für mit Luft gesättigten Alkohol

$$\lambda = 0{,}126 \text{ bei } 17^0{,}9$$

und für nahezu luftfreien Alkohol

$$\lambda = 0{,}141 \text{ bei } 18^0{,}3.$$

Die Werte sind also doppelt so tief als die für das reinste von Kohlrausch [1]) untersuchte Wasser, welcher findet

$$\lambda = 0{,}25 \text{ bei } 12^0.$$

Wie beim Wasser wird wohl auch beim Alkohol eine Destillation im luftverdünnten Raum, also bei tieferer Siedetemperatur, die Zahlen für die Leitungsfähigkeit noch tiefer herabdrücken. Ich gedenke diesen Versuch durchzuführen.

Schliesslich wende ich mich noch zur Interpretation der 3 letzten Columnen. Die Columne Δ_t enthält die Zunahmen der Leitungsfähigkeiten pro Grad. Man sieht bei der 1. Portion, dass diese Zunahme zuerst negativ ist, dass also die

1) F. Kohlrausch, Wied. Ann. 24 p. 51. 1885.

Leitungsfähigkeit meines reinen Alkohols gerade wie bei den Metallen mit steigender Temperatur abnimmt und sich ziemlich rasch einem Punkt nähert, wo der Temperatureinfluss = 0 geworden ist. Diesen Punkt möchte ich den Indifferenzpunkt nennen. In Anbetracht dieser Analogie zwischen den Metallen und meinem Alkohol sei es mir gestattet, der Kürze wegen die Leitungsfähigkeit des letzteren in diesem Stadium als metallische zu bezeichnen. Nachdem der Indifferenzpunkt von der Lösung passirt ist, wird Δ_t positiv, wie bei den Electrolyten, ich will dann die Leitung als electrolytische bezeichnen. Das Anwachsen von Δ_t wird mit der Zeit immer langsamer und ändert sich in den letzten Beobachtungstagen nur mehr wenig.

Falls es nicht gelingt, in Zukunft zur Erklärung dieser Erscheinungen die Einwirkung irgend welcher secundärer Verhältnisse nachzuweisen, deren Existenz mir einstweilen unbekannt ist, dürfte vielleicht die folgende Anschauungsweise die ungezwungenste Erklärung darbieten.

Der ganz reine Alkohol besitzt eine metallische Leitungsfähigkeit, deren absoluter Betrag von den geringen Beimischungen abhängt, die teils Electrolyte sind, teils nicht. Beide Arten von Beimischungen können die Leitungsfähigkeit in verschiedener Weise beeinflussen. Für eine Beimischung der 2. Art (Luft) ist eine Verminderung eingetreten. Beimischungen der 1. Art werden wohl immer ein Steigen verursachen.

Bei der Temperaturerhöhung hat nun die Flüssigkeit in Folge der metallischen Leitung des Alkohols das Bestreben, mit der Leitungsfähigkeit zu sinken und in Folge ihrer Eigenschaft als Lösung von Electrolyten, mit derselben in die Höhe zu gehen. Das jeweilige Δ_t ist dann die Resultirende aus beiden Einflüssen. Bei grosser Reinheit ist der Einfluss der kleinen Mengen von Electrolyten gering, es überwiegt

die metallische Leitung, der Coefficient Δ_t ist negativ. Beim Stehenlassen lösen sich electrolytische Teilchen der Glassubstanz, die electrolytische Leitung wird stärker, Δ_t wird $= 0$, wenn sich beide Wirkungen compensiren und dann positiv, wie bei den gewöhnlichen Electrolyten.

Eine genauere Betrachtung der 5 angegebenen Lösungen zeigt, dass der Indifferenzpunkt nicht bei dem gleichen absoluten Betrag der Leitungsfähigkeit eintritt. Bei der 1. liegt er etwa beim Wert

$$\lambda = 0{,}26; \quad (1.)$$

bei der 2. ist er bei der Grösse

$$\lambda = 0{,}15 \quad (2.)$$

bereits überschritten; bei der 3. liegt er bei

$$\lambda = 0{,}19; \quad (3.)$$

bei der 5. befindet er sich ca. bei

$$\lambda = 0{,}16. \quad (4.)$$

Die Werte (2.) und (4.) entsprechen mit Luft gesättigten Flüssigkeiten, die Zahlen (1.) und (3.) nahe von Luft befreiten. Es kommt eben bei dem absoluten Betrag von λ noch die Wirkung der nicht electrolytischen Beimengungen in Betracht, die wir z. B. bei Luft kennen gelernt haben.

Falls der reine Alkohol thatsächlich metallisch, d. h. ohne Zersetzung leiten soll, darf beim Durchgang eines constanten Stromes sich keine Polarisation zeigen. Allein ich konnte auch bei meinen reinsten Lösungen noch immer einen Polarisationsstrom nachweisen. Doch liesse sich derselbe durch die Zerlegung der electrolytischen Verunreinigungen leicht erklären, wenn man bedenkt, wie geringe Quantitäten von Jonen nötig sind, um schon merkliche Polarisation zu erhalten.

Es dürfte in Anbetracht dieser Thatsachen die Anschauung nahe liegen, den Alkohol als einen metalli-

schen Leiter zu betrachten, sodass beim Durchgang der Electricität durch eine alkoholische Lösung der Strom sich nach Massgabe des Verhältnisses der Leitungsfähigkeiten zwischen Lösungsmittel und gelösten Electrolyten teilt — eine Anschauung, die in den letzten Decennien mehr und mehr über Bord geworfen wurde und als verlassen gilt. Dass die Erscheinung bisher entgehen musste, lässt sich leicht aus dem verschwindenden Betrag dieser metallischen Leitungsfähigkeit gegenüber der gewöhnlicher Electrolyte erklären.

Ob dann diese Eigenschaft des Alkohols speciell mit seiner Natur und chemischen Zusammensetzung zusammenhängt, oder ob sich diese Erscheinung schliesslich als allgemeinere Eigentümlichkeit einer Anzahl von Lösungsmitteln herausstellt, sind dann weitere Fragen.

Eine kurze Andeutung ist in einer der neuesten Arbeiten von Kohlrausch [1]), in der ein alter Versuch von Faraday erwähnt wird, in den Worten enthalten: „diese Thatsache scheint nun doch zu beweisen, dass in sehr grosser Verdünnung auch das Wasser selbst mitleitet.“ Das Fehlen des Wasserstoffs an der Kathode, das er allerdings nicht bestimmt constatirte, würde auch bei Wasser für die metallische Leitungsfähigkeit bei grosser Reinheit sprechen.

Die oben angedeutete Möglichkeit, dass sich die metallische Leitungsfähigkeit der Lösungsmittel als eine allgemeinere Eigenschaft derselben in Zukunft herausstellen könnte, erhält damit eine weitere Stütze.

Um einen Vergleich des Temperaturcoefficienten der Metalle mit dem des Alkohols zu ermöglichen, habe ich unter der Columne $\frac{\Delta_t}{\lambda_0}$ die Coefficienten im gleichen Mass, wie sie

1) F. Kohlrausch, Götting. Nachr. 1885. 7. Febr. p. 81.

bei den Metallen angegeben werden, nämlich auf λ_0 reducirt, bis zum Indifferenzpunkt zusammengestellt.

$\frac{\Delta_t}{\lambda_0}$ bei den meisten Metallen schwankt um etwa 0,0037; der höchste Wert dieser Grösse beim Alkohol ist (Tabelle I) 0,0087, also mehr als doppelt so gross. Wie aus dem Ansteigen der Zahlen mit steigender Reinheit ersichtlich ist, ist die angeführte Zahl erst als untere Grenze für den Temperaturcoefficienten des Alkohols zu betrachten, so dass dieser Wert beträchtlich höher ist als der für die Metalle.

Bemerkenswert ist das Ansteigen des Temperaturcoëfficienten beim Uebergang von luftleerem Alkohol zu solchem, der mit Luft gesättigt ist.

Herr W. von Beetz sprach:

„Ueber galvanische Trockenelemente und deren Anwendung zu elektrometrischen und galvanometrischen Messungen."

(Mit 1 Tafel.)

Vor mehr als Jahresfrist habe ich den Vorschlag gemacht, für elektrometrische Messungen galvanische Elemente in Anwendung zu bringen, deren Leitungsflüssigkeit an einen festen Körper gebunden ist.[1]) Als solche Elemente empfahlen sich besonders trockene Daniellelemente, bestehend aus Uförmig gebogenen Glasröhren, die zur einen Hälfte mit einem mit Kupfervitriollösung, zur anderen mit einem mit Zinkvitriollösung angerührten Gypsbrei gefüllt waren; vor dem Erstarren wurde in den erstgenannten Brei ein Kupferdraht, in den letztgenannten ein Zinkdraht gesteckt und endlich wurden die Oberflächen der beiden Gypspasten mit Paraffin übergossen. Ich habe solche Elemente als Normalelemente für elektrometrische Messungen empfohlen, dann aber auch aus ähnlichen, aus geraden Röhren construirten Elementen Säulen zusammengesetzt, welche zur Ladung von Quadrantelektrometern an Stelle der sonst angewandten Wasserbatterien dienen sollen. Nachdem ich nun mit den Normalelementen 15 Monate, mit den Ladungsbatterien ein Jahr

1) Sitzungsberichte 1884, p. 207; Wiedemanns Annalen 22, p. 402.

lang gearbeitet habe, erlaube ich mir, die mit denselben gemachten Erfahrungen bekannt zu geben.[2])

Ich muss zunächst die Bemerkung vorausschicken, dass ich in meiner früheren Mittheilung den Werth der elektromotorischen Kraft meiner Elemente durch Vergleich mit Zinkkupferelementen bestimmt habe, welche nach der Vorschrift von Kittler[3]) aus concentrirter Kupfervitriollösung und concentrirter Zinkvitriollösung, reinem Kupfer und reinem amalgamirtem Zink hergestellt waren, und deren beide Flüssigkeiten durch ein mit Zinkvitriollösung gefülltes Heberrohr mit capillaren Endöffnungen unter einander verbunden waren. Die elektromotorische Kraft solcher Elemente fand Kittler = 1,059 Volt, und zwar durch Vergleich derselben mit einem Latimer Clarkelemente, dessen elektromotorische Kraft nach vorläufiger Annahme = 1,457 Volt festgestellt war. Nun hat einerseits Lord Rayleigh[4]) seit jener Zeit einen genauer bestimmten Werth dieser Kraft angegeben, nämlich 1,434 Volt; andererseits ist das von mir als Ausgangspunkt benützte Daniellelement mit Zinkvitriollösung nicht identisch mit dem von Kittler untersuchten. Ich finde immer höhere Werthe für dasselbe und auch Herr Kittler theilte mir mit, dass ihm spätere Messungen stets höhere Werthe geliefert haben. Ich habe mich übrigens früher selbst überzeugt, dass das Verhältniss der elektromotorischen Kräfte der beiden mit Schwefelsäure und mit Zinkvitriollösung gefüllten Daniellelemente, welche Herr Kittler damals in meinem Laboratorium untersuchte, in der That so gross war, wie es angegeben worden ist; der Zinkvitriol, mit welchem spätere

2) Der Gedanke, die Flüssigkeiten in den Elementen zu fixiren, ist neuerdings wiederholentlich aufgetaucht, namentlich bei den Etalonelementen von Crova und Garbe (Journ. de physique [2] 3 p. 299) und in den Elementen von Onimus (Compt. rend. 98, p. 1577).

3) Wiedemanns Annalen 17, p. 865.

4) Proc. L. Roy. Soc. 1884, p. 146.



Versuche gemacht worden sind, enthält also vielleicht Spuren freier Säure; ich habe stets käuflichen, sogenannt chemisch reinen Vitriol angewandt und mit dessen concentrirter Lösung die elektromotorische Kraft bis zu 1,06 Volt (statt 1,042 Volt) erhalten. Carhart[5]) erhielt (nach der Compensationsmethode) sogar keine niederern Werthe als 1,111 Volt. Um alle Unsicherheit zu vermeiden, habe ich in gegenwärtiger Mittheilung stets die elektromotorische Kraft des Normal-Daniell, welches verdünnte Schwefelsäure enthält, als Ausgangspunkt gewählt. Auf die von Lord Rayleigh angegebene elektromotorische Kraft des Latimer Clark-Elementes bezogen ergiebt sich die dieses Normalelementes mit Benützung des sowohl von Kittler, als von v. Ettingshausen[6]) angegebenen Verhältnisses = 1,175 Volt. Aus Gründen, welche weiter unten entwickelt werden, habe ich statt dieses Werthes für meine Vergleichungen den wenig abweichenden 1,177 Volt (zwischen 16 und 20° gemessen) zu Grunde gelegt.

In meinen ältesten Trockenelementen, bezeichnet mit Nr. 1 bis 3 (Gruppe I), war der Zinkdraht nicht amalgamirt, um ihn nicht zu brüchig zu machen. In allen später angefertigten ist der Draht mit Schellack überzogen; nur die Spitze ist metallisch gelassen und amalgamirt. Die Zink- und Kupfervitriollösungen waren bei gewöhnlicher Temperatur concentrirt in den Elementen von No. 4 bis 16 (Gruppe II), dagegen mit einem halben Volumen Wasser verdünnt in den Elementen von No. 17 bis 23 (Gruppe III). Die Lösungen für die Elemente No. 24 bis 30 (Gruppe IV) waren im Sieden concentrirt, und den für die Elemente No. 31 bis 39 (Gruppe V) verwandten im Sieden gesättigten Lösungen war noch ein Ueberschuss von pulverisirtem Salze zugesetzt. Endlich war in allen Elementen von No. 15 an der grösste

5) Sill. Am. Journ. (3) 28, p. 374. 1884.

6) Zeitschr. f. Elektrotechnik. 1884. Heft XVI, p. 10.

Theil des Uförmigen Rohres mit gewöhnlichem, mit Wasser angerührtem Gypsbrei gefüllt, während nur die oberen etwa 4 cm langen Enden mit dem, mit den Vitriollösungen angerührtem Gypsbrei angefüllt wurden. Mit diesen verschiedenen Gruppen von Elementen wurden zu verschiedenen Zeiten Messungen angestellt, um die in denselben etwa vorgegangenen Veränderungen kennen zu lernen. Ich werde im Folgenden aus jeder Gruppe nur die an einigen ihrer Repräsentanten gemachten Erfahrungen mittheilen, wozu ich vorzugsweise solche Elemente auswähle, mit denen zwischen den einzelnen Messungen mannigfaltige Versuche mit Stromschlüssen ausgeführt worden waren.

		24. Febr. 84	13. Mai 84	29. Juni 84	20. Sept. 84	22. Jan. 85	9. März 85	8. April 85
I	1	1,047		1,045	1,049		1,050	1,045
	2	1,045		1,043	1,044		1,048	1,044
II	4		1,059		1,054	1,055	1,056	1,050
	8		1,057	1,055	1,054	1,058	1,055	1,054
III	19			1,066	1,068	1,067	1,064	1,069
	21			1,068	1,068	1,068	1,069	1,068
IV	26					1,062	1,064	1,062
	28					1,064	1,065	1,062
V	36					1,060	1,060	1,060
	39					1,061	1,061	1,063

Aus der vorstehenden Tabelle ist Folgendes ersichtlich: Die geringste elektromotorische Kraft haben die Elemente mit nicht amalgamirtem Zink (I), die grösste die mit verdünnten Vitriollösungen (III). An Haltbarkeit verdient kaum eins der Elemente den Vorzug vor dem anderen. Die vorkommenden Schwankungen hängen von der Zeit ab, während welcher die Elemente vor der Messung geruht hatten, so weit sie nicht in die Grenzen der Beobachtungsfehler fallen. Ich glaube deshalb auch jetzt noch die trockenen Daniellelemente als Normalelemente für elektrometrische Messungen

empfehlen zu dürfen, namentlich da dieselben, wie ich früher gezeigt habe, eine von Temperaturschwankungen sehr wenig beeinflusste elektromotorische Kraft besitzen. Immerhin wird es für jedes ein für alle Mal fest zusammengesetztes Element zweckmässig sein, wenn es von Zeit zu Zeit der Controle durch Vergleich mit einem frisch zusammengesetzten Normaldaniell unterworfen wird.

Nicht so gut sind die Erfahrungen, welche ich über die Haltbarkeit der aus trockenen Daniellelementen zusammengesetzten Säulen zur Ladung der Elektrometer gemacht habe, wenigstens solange diese Säulen die von mir vorgeschlagene Form hatten, wie dieselbe in meiner ersten Mittheilung abgebildet ist. Die Elemente waren sehr kurz (8 cm) und wurden zu je 12 an den beiden letzten Zink- und Kupferdrähten aufgehängt. Zuerst hatten alle Reihen fast genau gleiche Potentialdifferenzen, allmählich sank dieselbe in der einen oder anderen Reihe ziemlich plötzlich, während sie in der Mehrzahl der Reihen ganz constant blieb. Als Grund dieser Erscheinung ergab sich die Lockerung der Drähte im Gypsgusse; durch Eindrücken derselben konnte die Potentialdifferenz wieder gehoben werden, wenn auch nicht ganz auf die alte Höhe. Diesen schädlichen Einfluss habe ich vollkommen entfernt, indem ich die Elemente nicht mehr aufhängen, sondern die Glasröhren, bevor sie gefüllt werden, in ihrer Mitte zwischen je zwei mit Paraffin bedeckte Holzleisten einbetten lasse. Alles Hin- und Herbiegen der Drähte ist dadurch unmöglich gemacht. Die zwölf Leistenpaare werden dann einander parallel in einen Rahmen eingeschoben und die Enddrähte durch Klemmschrauben unter einander verbunden. Die so hergestellten Säulen haben bisher keine Veränderung gezeigt und können jetzt ohne Gefahr transportirt werden.

Die Anordnung, dass der grösste Theil der Uförmigen Röhren meiner Normalelemente mit gewöhnlichem Wasser-

gyps angefüllt wurde, ist zunächst getroffen worden, um den Widerstand derselben zu vergrössern, dann aber auch um das Diffundiren der Kupfervitriollösung in die Zinkvitriollösung zu verhindern; eine solche Diffusion findet nämlich trotz des Erstarrens der Gypsmassen noch lange statt und ich befürchtete ein schliessliches Uebertreten des Kupfervitriols bis an die Zinkdrähte. Aber auch wenn der Wassergypsguss vollständig ausgetrocknet ist, bevor die mit den Vitriollösungen angerührten Breimassen aufgegossen werden, findet ein Eindringen in den trockenen Gyps statt und wird dadurch der Widerstand mehr und mehr verringert. Das Eindringen ist hier ein capillares und um ihm so bald als möglich ein Ende zu machen, habe ich in den Gruppen IV und V Lösungen angewandt, aus denen die Salze bei der Abkühlung auskrystallisiren. Die Erstarrung besteht also hier nicht nur in der Wasserbindung durch den Gyps, sondern ausserdem noch im Krystallisationsvorgange. Diese Anordnung, welche mir die vortheilhafteste zu sein scheint, habe ich jetzt auch auf die Herstellung der Ladungssäulen angewandt. Jedes Element derselben hat eine Länge von 10 cm und enthält in seiner Mitte auf die Länge von 5 cm Wassergyps.

Ausser den trockenen Daniellelementen habe ich versucht, Trockenelemente mit Zink- und Silberdrähten herzustellen. An die Stelle des mit Kupfervitriollösung angerührten Gypsbreies brachte ich einen Gyps, dem feinvertheiltes Chlorsilber beigemengt war und der dann mit Wasser angerührt wurde; in den erstarrenden Brei wurde ein Draht von chemisch reinem Silber gesteckt. Da Chlorsilberelemente so vielfach in Anwendung gekommen sind, hoffte ich auch von trockenen Chlorsilberelementen einen guten Erfolg, wurde aber durchaus enttäuscht. Die elektromotorische Kraft des Elementes war nicht höher als 1,094 Volt, verminderte sich beim Schliessen des Elementes schnell, und erholte sich nach dem Oeffnen nicht vollständig. Dagegen erhielt ich ein sehr

gutes Resultat, wenn ich den Gyps mit einer concentrirten oder noch besser mit einer in der Siedhitze übersättigten Silbernitratlösung angerührt hatte. Die elektromotorische Kraft solcher Elemente wurde = 1,52 Volt gefunden und hat, obwohl während eines Vierteljahres sehr viel mit den Elementen experimentirt ist und dieselben sehr oft und sehr lange geschlossen worden sind, bis heute immer wieder denselben Werth angenommen.

Ueber die Wirkung kürzeren oder längeren Schliessens auf die elektromotorische Kraft der Trockenelemente kann nur wiederholt werden, was in meiner ersten Mittheilung gesagt ist: wenn nach aufgehobenem Schlusse am Elektrometer die Potentialdifferenz gemessen wird, so zeigt sie sich wenig verringert, nach tagelangem Schlusse vielleicht um 1 bis höchstens 2 Proc.; nach längerer Oeffnung stellt sich die alte elektromotorische Kraft vollkommen wieder her. Aber der Werth, der da gemessen worden, ist nicht derjenige, bis zu welchem die Potentialdifferenz während des Schlusses hinabgesunken war, weil während der kurzen Zeit, welche die Messung in Anspruch nimmt, das Element sich schon beträchtlich erholt. Ueber jenen Minimalwerth können nur gleichzeitige galvanometrische und elektrometrische Messungen Aufschluss geben.

Zu den galvanometrischen Messungen bediente ich mich eines Wiedemannschen Spiegelgalvanometers von Sauerwald, von dem gewöhnlich nur eine Multiplicatorrolle, und diese bis an das Ende des Schlittens hinausgeschoben, benützt wurde. Als Widerstandsmaass diente ein Siemensscher Stöpselrheostat, nach Q. E. getheilt, und die Widerstände 1000, 2000, 2000, 5000 und neunmal 10000 Q. E. enthaltend. Die Widerstände wurden mit einem neuen Etalon der Siemenseinheit (Nr. 3183) verglichen und, wo ihre Uebersetzung in Ohm nöthig war, wurde die Definition 1 Ohm = 1,06 Q. E. zu Grunde gelegt.

Der innere Widerstand eines Elementes kann nach der Ohmschen Methode nur dann gemessen werden, wenn bei Einschaltung äusserer Widerstände von verschiedenem Betrage sich die elektromotorische Kraft nicht merklich ändert. Wenn also drei verschiedene Widerstände (w) nach einander eingeschaltet werden, so müssen die aus je zwei Beobachtungen der Stromstärke (i) berechneten inneren Widerstände gleichen Werth haben. Ich führe einige Beispiele solcher Widerstandsmessungen an; der gefundene Widerstand ist natürlich gleich dem des Elementes (R) plus dem des Multiplicators (g.)

Element Nr. 4			Element Nr 29		
w	i	R + g	w	i	R + g
50000	231	16030	10000	717	136080
10000	586		5000	909	
1000	895	16070	0	1243	136200

Um derartig übereinstimmende Resultate zu erhalten, muss man für vollständige Temperaturconstanz der Elemente Sorge tragen, denn deren innerer Widerstand nimmt mit steigender Temperatur sehr rasch ab. Ich habe das zu untersuchende Element jedesmal einige Stunden vor der Messung in ein Futteral von dickem Filz gesteckt, das dann noch von einem Mantel von weicher Baumwolle umgeben wurde. Die Abhängigkeit des Widerstandes von der Temperatur ist aus folgendem Beispiel ersichtlich:

Das Element Nr. 29 wurde in Eiswasser bis auf 1°,5 abgekühlt; sein Widerstand betrug (nach Abzug des Galvanometerwiderstandes g = 5427 Q. E) bei dieser Temperatur 232300 Q. E. Bei 20° wurde derselbe = 132900 Q. E. gefunden. Diese Abnahme des Widerstandes ergiebt den Temperaturcoëfficienten 0,040 für einen Grad Temperaturdifferenz, d. h. genau denselben, der aus meinen Angaben über das Leitungs-

vermögen der Zinkvitriollösung[7]) für die concentrirteste Lösung folgt.

Dass selbst während eines Stromschlusses, der weit längere Zeit dauert, als zur Vornahme der Messungen erforderlich ist, eine Veränderung der elektromotorischen Kraft nicht mehr eintritt, geht aus den folgenden Messungen hervor, welche gleichzeitig am Galvanometer (i) und am Elektrometer (a) ausgeführt wurden. Mit einem jeden der eingeschalteten Widerstände blieb das Element 6 Minuten lang geschlossen. Am Anfange und am Ende dieser Zeit wurden Galvanometer und Elektrometer abgelesen. Die Galvanometerablesung ist jedesmal das arithmetische Mittel aus einer rechts- und einer linksseitigen Ablesung, die gemacht wurden um den Einfluss einer Verschiebung des Nullpunktes zu eliminiren.

Kupfer-Element Nr. 36				Silber-Element Nr. 41			
Zeit	w	i	a	Zeit	w	i	a
$5^h 20'$	100000	720,0	522	$5^h 58'$	100000	973,5	704
5 26		720,0	522	6 04		973,5	704
5 28	70000	893,5	458	6 07	70000	1193,0	611
5 34		895,0	458	6 13		1194,0	611
5 35	40000	1181,0	354	6 14	40000	1541,0	461
5 41		1181,5	354	6 20		1542,0	461

Aus den galvanometrischen Ablesungen ergeben sich die Widerstände der Elemente (d. h. $R + g$)

	Nr. 36	Nr. 41
	53429 Q. E.	63052 Q. E.
	53717	63026
im Mittel	53537 Q. E.	63039 Q. E.

Mit diesen Daten ist es nun leicht, diejenige elektromotorische Kraft, welche ein Element während des Stromschlusses hatte (e) zu ermitteln und zwar ausgedrückt in

7) Poggend. Ann. 117 p. 22.

Theilen der Elektrometerscala, welche vorher zur Messung der Potentialdifferenz a gedient hat, denn es verhält sich

$$e : a = R + g + w : g + w.$$

Berechnet man mit Hilfe dieser Proportion die Werthe von e aus den oben gegebenen Werthen von a, R + g, und dem Multiplicatorwiderstande g = 2427 Q. E., so erhält man für

	Nr. 36	Nr. 41
e =	782	1121
	781	1122
	781	1120

während die Elemente vor Anstellung der Messungen am Elektrometer die Ausschläge

794 und 1147

unmittelbar nach Beendigung derselben die Ausschläge

787 und 1145

gegeben hatten. Kann man also die elektromotorische Kraft, welche ein Element während der Messung hat, nach absolutem Maasse bestimmen, so weiss man auch die elektromotorische Kraft, welche das offene, ungeschwächte Element besitzt.

Die Aichung des Galvanometers behufs absoluter Strommessung geschah auf folgendem Wege: Der durch zwei grosse Daniellelemente erregte Strom durchlief ein Silbervoltameter in der von mir angegebenen Gestalt[8]), dann einen Neusilberdraht von bekanntem Widerstande r. Von den Enden dieses Drahtes gingen die Zuleitungsdrähte des Galvanometers aus. Der Strom wurde eine Stunde lang unterhalten; während dieser Zeit wurden alle 5 Minuten die

---

8) Beetz, Grundzüge der Elektricitätslehre. Stuttgart 1878. p. 57. Ich habe für die Aichungen stets kleine Stromstärken angewandt, bei denen die Angaben des Silbervoltameters vollkommen zuverlässig sind. Bei 0,1 Ampère erhielt ich durch das Silbervoltameter und durch das Kupfervoltameter genau äquivalente Zahlen.

Galvanometerausschläge im einen und im anderen Sinne gemessen; aus den 13 so erhaltenen Mittelwerthen, welche von einander sehr wenig abwichen, wurde das Hauptmittel i genommen. Aus dem Gewichte des im Voltameter während der gleichen Zeit niedergeschlagenen Silbers wurde die Stromstärke J im Hauptstrome mit Zugrundelegung der von F. und W. Kohlrausch[9]) gegebenen Werthe in Ampère ausgedrückt. Der durch das Galvanometer gehende Zweigstrom hat dann eine Stärke

$$J_g = J. \frac{r}{r + g + w}$$

wenn w einen in die Galvanometerleitung eingeschalteten Widerstand bezeichnet. Ich gebe im Folgenden die Zahlen eines solchen Aichversuches:

r = 940,6 Ohm. g = 2289,8 Ohm.

w = 28218,6 Ohm

Silberniederschlag in 1 Stunde 0,0875 gr

J = 0,02173 Ampère

$$\frac{r}{r + g + w} = 0,02991$$

J_g = 0,0006499 Ampère

Mittlerer Galvanometerausschlag 1366,4.

Es wurden nun wieder die beiden Elemente Nr. 36 und Nr. 41 wie früher gleichzeitig galvanometrisch und elektrometrisch gemessen; die beobachteten Werthe waren bei

Nr. 36			Nr. 41		
w	i	a	w	i	a
10000	750,0	310	10000	1298,0	513
30000	457,5	495	30000	731,5	755
60000	288,5	600	60000	442,5	879
0	1098,5	089			

9) Sitzungsb. d. physik. Medicin. Gesellschaft zu Würzburg. 1884.

Hieraus folgen die Widerstände (R + g) von

	Nr. 36	Nr. 41
	21282 Q. E.	15825 Q. E.
	21260	15929
	21370	
im Mittel	20110 Ohm	14936 Ohm

also diesmal (am 19. April) weit kleiner als früher (am 12. Februar), weil die Vitriollösungen eine Strecke weit in den trockenen Gyps eingedrungen und ausserdem die Temperaturen sehr verschieden waren.

Aus den beobachteten Potentialdifferenzen berechnen sich die elektromotorischen Kräfte von

	Nr. 36	Nr. 41
	783	1068
	784	1068
	782	1068
	784	
im Mittel	783	1068

während andrerseits beobachtet wurde die elektromotorische Kraft der Elemente

	Nr. 36	Nr. 41
vor dem Schlusse	791	1083
nach der Oeffnung	790	1082

In absolutem Maasse finden sich dann die elektromotorischen Kräfte der geschlossenen Elemente, wenn man auch i in Ampère ausdrückt, nämlich für die Ablenkung

1098,5	1298,0
i = 0,0005226 Amp.	i = 0,0006175 Amp.

und dann i mit den zugehörigen Widerständen

(20110 + 0) Ohm und (14936 + 9406) Ohm

multiplicirt. Hiernach entsprechen den Angaben des Elektrometers die elektromotorischen Kräfte

	Nr. 36	Nr. 41
bei geschlossenem Strom	1,050 Volt	1,503 Volt
bei offener Kette	1,060	1,524

Das Verhältniss der elektromotorischen Kraft des Elementes Nr. 36 zu der eines mit Schwefelsäure gefüllten Normal-Daniellelementes fand ich auf elektrometrischem Wege = 1 : 1,111; die Kraft des Normal-Daniellelements ist danach =

1,177 Volt,

während dieselbe aus den oben erwähnten Angaben von Kittler, v. Ettingshausen und Lord Rayleigh = 1,175 Volt gefunden wurde. Durch eine zweite Aichung wurde die elektromotorische Kraft des offenen Elementes Nr. 21 = 1,068 gefunden, dann das Verhältniss des Elementes Nr. 21 zum Normal-Daniellelement = 1 : 1,102, also wiederum die elektromotorische Kraft des Normal-Daniell =

1,177 Volt.

Eine dritte Aichung ergab die elektromotorische Kraft des offenen Elementes Nr. 22 = 1,069: das Verhältniss derselben zu der des Normal-Daniell war = 1 : 1,100, also die elektromotorische Kraft des letzteren =

1,176 Volt.

Ich habe deshalb meinen elektrometrischen Messungen ein Normal-Daniell von der elektromotorischen Kraft 1,177 Volt zu Grunde gelegt.

Herr Professor Forster in Bern regte bei mir eine, die Trockenelemente betreffende Frage an: ob dieselben nicht für elektrotherapeutische Zwecke verwendbar seien, indem man mit einer Trockensäule einen Condensator laden und durch schnell hinter einander folgende Ladungen und Entladungen ganz bestimmt definirte Elektricitätsmengen dem Körper zuführen könnte. Gewiss wäre eine solche Anwendung von unschätzbarem Werthe und ich unternahm hoffnungsvoll die fraglichen Versuche. Als ich einen Condensator von der

Capacität 1 Mikrofarad (von der société anonyme de câbles zu Cortaillod) mit der ganzen 144 paarigen Säule geladen hatte und ihn dann durch meinen Körper entlud, erhielt ich eine kräftige Erschütterung. Als ich aber die Ladung und Entladung durch ein paar Unterbrechungsräder, wie sie Buff[10]) zu seinen Inductionsversuchen angewandt hat, und welche ungefähr 16 Schliessungen in der Secunde lieferten, vollzog, war wenig von den Erschütterungen wahrzunehmen. Ich vermuthete sogleich, dass die Ladung, welche die Säule lieferte, zu langsam vor sich gehe, war aber doch, als ich messende Versuche anstellte, von der Langsamkeit dieser Ladungen überrascht. Ich lud mittelst meines Elektrometerschlüssels[11]) einen Condensator von bestimmter Capacität durch eine gegebene Anzahl von Elementen eine gemessene Zeit lang und entlud ihn dann durch Umlegen des Schlüssels durch das Galvanometer. Ich theile in den folgenden Tabellen die am Galvanometer abgelesenen Ausschläge α mit, während die Ladungszeit in Secunden mit t, die Capacität in Mikrofarad mit $\varkappa$ bezeichnet ist:

24 Elemente

$\varkappa = 0{,}1$		$\varkappa = 0{,}5$		$\varkappa = 1$	
t	α	t	α	t	α
0,3	31	0,3	112	0,3	135
0,5	32	0,5	132	0,5	160
1,0	34	1,0	151	1,0	210
2,0	34	2,0	168	2,0	310
6,0	34	3,0	169	3,0	320
		6,0	169	4,0	325
				5,0	328
				6,0	330
				10,0	330

10) Poggend. Ann. 127 p. 57. 1866.
11) Wiedem. Ann. 10. p. 310. 1880.



72 Elemente

$\varkappa = 0{,}1$		$\varkappa = 0{,}5$		$\varkappa = 1$	
t	α	t	α	t	α
0,3	70	0,3	110	0,3	160
0,5	82	0,5	220	0,5	300
1	96	1	315	1	410
2	100	2	390	2	600
3	102	4	460	3	690
6	102	6	480	4	750
		10	495	6	830
		15	500	10	890
		20	502	15	950
				20	962
				25	980
				30	990
				40	990

144 Elemente

$\varkappa = 0{,}1$		$\varkappa = 0{,}5$		$\varkappa = 1$	
t	α	t	α	t	α
0,5	165	0,5	300	0,5	320
1	180	1	460	1	570
2	195	2	660	2	890
3	200	3	740	3	1110
5	200	5	850	5	1300
		10	940	10	1580
		20	980	20	1800
		30	1005	30	1890
		50	1010	50	1950
				100	1980
				150	1990
				200	2000
				250	2000

In der beigegebenen Curventafel ist ein Theil dieser Werthe graphisch dargestellt, indem die Zeiten als Abscissen, die Galvanometerausschläge als Ordinaten aufgetragen sind. Des besseren Vergleiches wegen sind für die auf die Ladung und Entladung des Condensators von der Capacität 0,1 Mikrofarad bezüglichen punktirten Curven die Ordinaten nach zehnfachem Maassstabe aufzutragen, während sich die ausgezogenen Curven auf den Condensator von der Capacität 1 Mikrofarad beziehen. Je kleiner die Elementenzahl und je kleiner die Capacität, desto plötzlicher geschieht die Ladung, aber selbst bei der Capacität 0,1 Mf. liefern 24 Elemente erst nach einer ganzen Secunde die volle Ladung; bei der Capacität 1 Mf. wird dieselbe bei Anwendung von 144 Elementen erst nach 200 Secunden erreicht. Von einem Laden und Entladen, das sich in Zeitintervallen von $^1/_{16}$ Secunde vollziehen soll, kann demnach kein Vortheil erwartet werden, wenn so grosse Widerstände in's Spiel kommen, wie die meiner Trockenbatterie. So lieferten denn die Unterbrechungsräder bei Anwendung von 24 Elementen und des Condensators von 0,1 Mf. am Galvanometer einen beständigen Ausschlag 125, während durch einmalige Ladung und Entladung im Maximum nur 34 erhalten worden waren, dagegen gaben die 144 Elemente mit Benutzung des Condensators von 1 Mf. nur den Ausschlag 200, während der Maximalausschlag bei einmaliger Ladung und Entladung 2000 gewesen war. Eine Anwendung für elektrotherapeutische Zwecke dürften demnach die Trockenelemente nicht erfahren.

Herr L. Radlkofer sprach:

„Ueber Tetraplacus, eine neue Scrophularineengattung aus Brasilien."

Es ist auffallend, dass die im Folgenden darzulegende Gattung, welche mir aus dem Berliner Herbare mit verschiedenen anderen von Martius mitgetheilten Pflanzen behufs ihrer Bestimmung zugekommen ist, ihren Weg in die Oeffentlichkeit noch nicht gefunden hat, obwohl sie den am meisten durchforschten Theilen Brasiliens angehört und obwohl sie zu den schönblüthigen Scrophularineen zu rechnen ist, so dass sie die Aufmerksamkeit der Blumenzüchter auf sich zu lenken geeignet erscheint.

Dass die mir vorliegenden Materialien, welche alle schon vor mehr als 50 Jahren (zum Theile schon vor 70 Jahren) gesammelt sind und seit eben dieser Zeit in das Herb. Martius und das Herb. Berolinense Eingang gefunden haben, dem Bearbeiter der Scrophularineen für die Flora Brasiliensis, J. A. Schmidt, im Jahre 1862 entgangen sind, erklärt sich wohl aus dem Umstande, das dieselben damals nicht bei der rechten Familie eingereiht waren.

So hatte namentlich Martius die in seine Hände gelangte Pflanze, offenbar nur nach dem Habitus derselben urtheilend und durch diesen in wohl zu entschuldigender Weise getäuscht, als Acanthacee (i. J. 1828) bezeichnet.

Dass sie zur Familie der Acanthaceen nicht gehöre, das festzustellen, lieferte schon die anatomische Methode

ausreichende Anhaltspunkte. Es fanden sich nämlich die den Acanthaceen eigenthümlichen, nur den Gruppen der Thunbergieen, Nelsonieen, Acantheen und Aphelandreen abgehenden Cystolithen (s. Hobein in Engler's botanischen Jahrbüchern, Bd. V, Heft 4, p. 438, Sep.-Abdr. p. 19) nicht vor; dagegen waren ausser ähnlichen, sitzenden, schildförmigen Drüsen mit gewöhnlich rundlich scheibenförmigen, zwei- oder mehrzelligen Köpfchen, wie sie auch den cystolithenfreien Acanthaceen zukommen (s. Hobein a. a. O. p. 439, Sep.-Abdr. p. 20), hier noch andere, weit kleinere Drüsenhaare mit längerem Stiele und zwei-, drei- oder vierzelligem, knopfförmigem Köpfchen vorhanden, welche bei keiner Acanthaceengattung bisher zur Beobachtung gekommen sind.

Nees, der Bearbeiter der Acanthaceen für die Flora Brasiliensis, dem die Pflanze i. J. 1846 wohl durch die Hände gegangen sein dürfte, scheint sie zwar als nicht zu dieser Familie gehörig erkannt, zugleich aber auch, wie das ja gewöhnlich von den Bearbeitern einzelner Familien so gehalten zu werden pflegt, nicht weiter berücksichtiget und ihr eine bestimmte Stelle anzuweisen nicht versucht zu haben.

Leider war das im Herb. Martius selbst, wie anzunehmen, befindliche Material, um das ich mich nach Brüssel gewendet habe, trotz wiederholter, von Herrn Director Crépin gütigst angestellter Nachforschungen, nicht ausfindig zu machen. Es ist wohl von Martius selbst schon bei irgend einer nicht leicht zu errathenden Gattung, sei es der Acanthaceen, der Scrophularineen oder einer der mit diesen nahe verwandten Familien als unbestimmte Art eingefügt, und so seine Auffindung sehr erschwert worden.

Das, was ich hier über die an Martius gelangte Pflanze berichte, bezieht sich nur auf zwei von Martius im Jahre 1828 an das Berliner Herbar mitgetheilte Exemplare, bei welchen leider ausser der ganz allgemeinen Angabe „Brasilia“ irgend eine weitere Bemerkung über die Heimath

der Pflanze oder über den Sammler fehlt. Eine der Pflanze beigefügte Nummer „302“ wird zu näherem Aufschlusse wohl erst nach dem Auffinden des Materiales im Herb. Martius selbst führen können. Wahrscheinlich rührt die Pflanze von dem Prinzen von Neu-Wied her, der schon 1815—17 in Brasilien sammelte. Da die Reise desselben längs der Meeresküste von Rio de Janeiro bis Bahia ging (s. Mart. Herb. Flor. Bras. in Flora 1837, II, Beibl., p. 33), so wäre mit dieser Vermuthung die Heimath der Pflanze wenigstens einigermassen näher angedeutet.

Sie in der bezeichneten Küstenstrecke zu suchen, dazu veranlasst auch das noch weiter vorhandene Material, das übrigens eine besondere Form der Pflanze darstellt.

Es ist dasselbe von Sello im Jahre 1815 zwischen Campos und Victoria, also in einem mit dem kleineren, südlicheren Theile der Provinz Rio de Janeiro, im übrigen der Provinz Espirito-Santo angehörenden Küstenstriche gesammelt und mit dem Nachlasse von Sello unter Nr. 279 und 439 an Humboldt und durch diesen im Jahre 1836 an Kunth gelangt.

Die aus dem Herb. Martius stammende Pflanze befindet sich nur im blühenden Zustande.

Bei dem Materiale von Sello (n. 439) fand sich versteckt unter ziemlich dicht aneinander gedrängten Bracteen auch eine Frucht vor, leider schon aufgesprungen und der meisten Samen, sowie der sie tragenden Placenten beraubt. Doch reicht auch das an den Blüthen, namentlich über die letzteren (die Placenten) Beobachtete aus, um die Selbständigkeit der Pflanze als Gattung mit genügender Sicherheit zu begründen.

Es mögen im Folgenden zunächst die Charaktere der Gattung und ihrer in dem erwähnten Materiale in zwei Formen sich darstellenden Art in üblicher Weise

zusammengefasst sein, um dann über einige der in dieser Charakteristik berührten Verhältnisse mit Rücksicht auf die verwandtschaftlichen Beziehungen zu anderen Gattungen noch etwas näher einzugehen.

Tetraplacus m., gen. nov. (nomen a *πλακοῦς, οῦντος*, placenta):

Calyx villosus, inaequaliter 5-partitus, segmentis imbricatis, postico exteriore maximo foliaceo cum bractea simili reliquas floris partes basi valvatim amplectente ovato obtuso, reliquis lineari-subulatis. Corollae tubus cylindricus, calyce subtriplo longior, apice subgeniculato-cernuus, villosiusculus; labia subaequalia, supra tota papilloso-velutina, subtus glandulis luteis obsita, margine undulata, posticum aestivatione exterius, erectum, late rotundatum, anticum aestivatione (a lateribus) involutum, declinato-patens, angustius, obovatum, basi palato gibbo corollae faucem obcludente instructum. Stamina ad partem tubi geniculatam intus laxe pilosam inserta, inclusa, 2 posteriora sterilia, breviora, apice deflexa, antheris rudimentariis, 2 anteriora perfecta, plus duplo longiora: filamenta filiformia, basi callo (dente obtuso) notata, curvata (arcubus extrorsum convexis), basi apiceque approximata, apicibus hamato-deflexis; antherae dimidiatae, loculorum interiorum cassorum lamellam membranaceam undulatam exhibentium ope cohaerentes, a filamentorum apicibus pendulae; loculi exteriores fertiles, curvati (arcu deorsum convexo), apice angustati, infra medium dorsum concavum connectivi subtransversalis brachio perbrevi affixi, substipitati, rima longitudinali dehiscentes; pollinis granula parva, ellipsoideo-oblonga, 3(—4)-sulcata. Germen pilosum, ovoideum, basi disco obsoleto cinctum, biloculare, loculo posteriore paullulo ampliore; placentae in loculis binae, disjunctae, vix contiguae, peltatim stipitatae, juxta septi axin utrinque emergentes, in lamellam convexam vel sulco levi longitudinaliter

exaratam gemmulis numerosis obtectam undique expansae; gemmulae anatropae, obovoideae, pressione mutua angulosae; stylus staminibus brevior, filiformis, apice transversim dilatatus; stigma sub antheris inclinatum, latum, bilamellatum, infundibulum compressum dorso concavum exhibens, concavitate pollen floris colligens, inter lamellas vero, ut videtur, granula ab insectis allata foecundantia excipiens. Capsula puberula, ovata, septifrage bivalvis, valvulis margine vix inflexis integris (an denique bifidis?), endocarpio tenuiter cartilagineo pilis laxe adsperso. Semina obovata, angulosa, parva, numerosa. — Herba perennis suffruticosa, basi plerumque in ramos divisa, glandulosa, villosa, habitu Acanthaceas nonnullas (quoad florem praesertim Peristrophen speciosam Nees — Justiciam specios. Roxb. — in Bot. Magaz. tab. 2722 depictam) aemulans. Rami obtuse 4-angulares, basi subteretes. Folia opposita, sublanceolata, petiolata, basi subauriculata, auricularum substantia foliosa (fere ut in Buddleiae specibus quibusdam) conjuncta vel (Leucocarpi et Herpestidum more) contigua certe, margine subrevoluta, crenata vel subserrata, utrinque glandulis sessilibus subtus in foveolis nidulantibus nec non minoribus stipitatis adspersa, pilis articulatis plus minus induta, fuscescentia. Flores speciosi, 4-centimetrales, in spicas terminales dispositi, singuli in axillis bractearum foliacearum oppositarum subsessiles, bracteolis nullis. Corollae, ut videtur, violaceae.

Observ.: Maxime affinis Beyrichiae generi, a quo differt habitu, bracteolarum defectu, polline et praesertim placentis loculorum geminis disjunctis stipitatis, qua re Hyobancheis quibusdam (praesertim Harveyae) accedit.

T. platychilus m.: Flores 3,5—4 cm longi, corallae tubus 2,6—3 cm longus, labium superius 1—1,5 cm longum, 1,2—1,6 cm latum, inferius paullo angustius, vix brevius; capsula 6 mm longa, 2,5 mm lata.

Forma 1. longifolius: Rami, ut videtur, stricti, robustiores, subglabrati, internodiis quam folia sesquilongioribus; folia lanceolata, in petiolum attenuata, auriculis angustis sursum arcuatis cauli adnatis, 5—6 cm longa, 1—1,4 cm lata, margine subserrata; calyx parum villosus.

In Brasilia; cum Herb. Bersolinensi communicavit Martius ao. 1828, sub n. 302.

Forma 2. brachyphyllus: Rami basi decumbentes, villosi, internodiis inferioribus vix folia dimidia longitudine aequantibus, immo perbrevibus, superioribus longioribus; folia obovato-lanceolata, in petiolum attenuata, subauriculata, 3—3,5 cm longa, circ. 9 mm lata, margine crenata; calyx villosus.

In Brasiliae ora austro-orientali inter Campos provinciae Rio de Janeiro et Victoria provinciae Espirito-Santo legit Sello ao. 1815; coll. n. 279 et n. 439; Herb. Berolin.

Um das im Anschlusse an den Gattungscharakter schon hervorgehobene verwandtschaftliche Verhältniss von Tetraplacus zu Beyrichia Cham. & Schlecht. näher zu beleuchten, mag vor allem erwähnt sein, dass es vorzüglich die erste der beiden von Bentham in DC. Prodr. X, 1844, p. 378 aufgestellten Sectionen „Achetaria und Dizygostemon" ist, welche hier in Betracht kommt.

Die zweite dieser Sectionen mit der einzigen Art Beyrichia floribunda Benth. weicht durch die Beschaffenheit des Andröciums, durch die Ausbildung von 4 fertilen Staubgefässen[1]) nämlich, beträchtlich von den übrigen Gattungs-

1) An den Antheren der beiden hinteren Staubgefässe sind hier sogar 2 Fächer ausgebildet, das innere aber kleiner und länger gestielt als das äussere, keineswegs aber taub, wie es in Benth. Hook. Gen. II, 1876, p. 949 (nicht auch in DC. Prodr. l. c.) heisst. Ich fand dasselbe vielmehr (bei Exemplaren von Martius aus der Provinz Piauhy) mit ausgebildetem Pollen erfüllt und der Länge nach aufspringend, wie das äussere.

gliedern ab, so dass man, wie auch Bentham in DC. Prodr. X, 1844, p. 379 und neuerdings in den Gen. Plant. II, 1876, p. 949 gethan hat, die Frage wohl in Erwägung ziehen muss, ob diese Art nicht besser als eine besondere Gattung zu betrachten wäre. Doch mag man sich immerhin mit Bentham zur Unterscheidung derselben als einer blossen Gattungssection entschliessen, da sie im Habitus, in der übrigen Beschaffenheit der Blüthe und in der Beschaffenheit der Frucht eine grosse Uebereinstimmung mit den beiden Arten der Section Achetaria zu erkennen gibt: mit Beyrichia ocymoides Cham. & Schl. nämlich in der Beschaffenheit der Blüthe, mit Beyrichia scutellarioides Benth. aber (mit welcher Grisebach eine von Bentham als dritte Art betrachtete Pflanze, Beyrichia villosa Benth. mit den Synonymen Achetaria Sprengelii Cham. & Schl. und Herpestis erecta Spreng., in der Flor. Brit. W. Ind. Isl., 1859—64, p. 429 anscheinend mit Recht als eine blosse forma pilosa vereiniget hat) hinsichtlich des Habitus (wenigstens was die mir vorliegenden, in der vorigen Anmerkung schon erwähnten Exemplare betrifft), mit beiden endlich hinsichtlich der Frucht, welche bei allen drei Arten der Gattung septifrag und schwach septicid[1]) (Bentham sagt lediglich „septicid") zweiklappig ist, mit bald mehr, bald weniger tief längs ihres Mittelnerven noch sich spaltenden Klappen. Wirklich loculicid, mit an den Vereinigungsstellen der Carpelle sich dann noch spaltenden Klappen, wie das für Beyrichia floribunda in DC. Prodr. schon im Gattungscharakter und noch ausdrücklicher in dem Sectionscharakter von Dizygostemon hervorgehoben ist, habe ich die Frucht

1) Mit anderen Worten: Nur ein schmaler Randstreifen des Septums spaltet sich, entsprechend der Zusammensetzung aus zwei Fruchtblättern, der Fläche nach in zwei Hälften, die sich von dem Haupttheile des Septums trennen, mit den Klappen aber als eingebogene dünne Ränder derselben in Verbindung bleiben.

auch bei dieser Art nicht gefunden, und mit Recht erscheint ein derartiges Verhältniss in Benth. Hook. Gen. nicht mehr erwähnt.

Was nun die den Haupttheil der Gattung Beyrichia bildende erste Section betrifft, oder die Gattung überhaupt, abgesehen von dem eigenartigen Andröcium der zweiten Section, so ist vor allem ein wesentlicher Fehler zu berichtigen, welchen die Gen. Plant. von Benth. & Hook. in der Angabe „Bracteolae nullae" enthalten, während in DC. Prodr. die Sache richtig dargestellt ist, und die Bracteolen, welche allen drei Arten zukommen, wenigstens für 2 Arten (B. villosa, d. i. scutellaioriodes, und B. floribunda) auch in der Artbeschreibung ausdrückliche Berücksichtigung erfahren haben.

In der Blüthenbildung finden sich Verschiedenheiten auch zwischen den beiden Arten der ersten Section, während alle drei Arten durch ihre kleinen, nur 5—8 mm langen Blumenkronen übereinstimmen, sowie durch des Auftreten eines den Schlund der Blumenkrone verschliessenden sogenannten Gaumens der Unterlippe, dessen mit mehr Deutlichkeit in DC. Prodr. als in Benth. Hook. Gen. gedacht ist, am deutlichsten aber in der von Bentham auf seine B. villosa bezogenen Beschreibung von Vandellia pratensis Vahl (Eclog. II, 1798, p. 48, woselbst Vahl sich auf die nach der lebenden Pflanze gemachten Angaben von v. Rohr stützt), während dessen Darstellung in der schon von Bentham mit Rücksicht auf die Staubgefässe getadelten Zeichnung der Flor. Bras. Fasc. XXX, 1862, tab. 50 gänzlich vernachlässiget ist.

Bei Beyrichia scutellarioides, die in ihrem Habitus eigentlich noch mehr an Thymus Serpyllum und Calamintha Acinos, oder in anderen Exemplaren an Euphrasia officinalis, als an Scutellaria erinnert, ist die gerade vorgestreckte Unterlippe im Vergleiche mit der von der Berührungs-

stelle mit dem Gaumen ab aufwärts gerichteten Oberlippe mehr verlängert, als bei Beyrichia ocymoides, und für die fertilen Antheren ist bei ihr Raum in einer Auftreibung der Blumenkronenröhre an der Rückseite ihres oberen Endes geschaffen, während dieselben bei B. ocymoides in eine Vertiefung des Gaumens eingebettet sind.

B. floribunda stimmt in diesen Verhältnissen sehr nahe mit B. ocymoides überein, während sie durch ihren Habitus mehr an B. scutellarioides sich anschliesst, wie schon erwähnt.

Bei B. scutellarioides kommen übrigens selbst wieder, wie im Habitus, kleine Verschiedenheiten auch in der Blüthenbildung vor. So fand ich bei den Thymus-artigen Exemplaren in Mart. Hb. Fl. Bras. n. 1302 die Blumenkronenröhre auch an der Basis erweitert und kürzer als bei den Euphrasia-artigen Exemplaren, welche Martius selbst in der Provinz Bahia gesammelt hat. Die sterilen, hinteren Staubgefässe zeigten sich dort beträchtlich tiefer als die vorderen inserirt, hier dagegen, wie bei B. ocymoides (Mart. Hb. Flor. Bras. n. 1287) und B. floribunda, in ziemlich gleicher Höhe damit. Zugleich waren bei den Euphrasia-artigen Exemplaren die fertilen Antherenfächer mit ihrer Spitze mehr nach abwärts gekehrt, so dass ihre Spalte gegen die hintere Wand der Blumenkronenröhre sah. Weiter war hier die Unterlippe vor dem Gaumen mit keulenförmigen, einzelligen Haaren besetzt, wie sie noch zahlreicher bei B. floribunda und besonders bei B. ocymoides sich finden.

Bei allen 3 Arten ist nur die Gaumenfläche papillös, die Unterlippe im Uebrigen aber, wie die Oberlippe, innerseits glatt, aussen nebst den Blättern und Stengeln mit ähnlichen grösseren, gelben und kleineren gestielten Drüsen besetzt, wie sie für Tetraplacus gleich eingangs schon erwähnt worden sind, auch bei dieser Gattung die innere

Fläche der Blumenkronentheile meidend.[1]) Ein schwach ausgebildeter Discus ist am deutlichsten bei B. floribunda wahrzunehmen, die Basis des Fruchtknotens umgebend.

Gewisse Unterschiede finden sich weiter bei den Arten von Beyrichia noch in der Beschaffenheit der Placenten. Am eigenthümlichsten erscheint hierin wieder B. floribunda, bei welcher die einfache, von ihrer Anheftungsstelle ab mit Samenknospen bedeckte Placenta jedes Faches weit in dieses vorspringt, in dieser Richtung ebenso sehr oder noch mehr ausgedehnt, als die Scheidewand ihrer Breite nach. Bei B. ocymoides springt die Placenta weniger weit in das Fach vor und zeigt längs ihrer Mittellinie mitunter eine schwache, aber ebenfalls mit Samenknospen bedeckte Furche. Tiefer ist diese Furche gelegentlich bei B. scutellarioides ausgebildet, so dass jede der beiden Placenten anfängt zweitheilig zu werden.

Beginnen wir nun an diesem letzteren Punkte -- wohl dem wichtigsten, welcher desshalb auch in dem Namen der Gattung hervorgehoben zu werden verdiente — die Vergleichung von Tetraplacus mit Beyrichia, so erscheint hier die bei B. scutellarioides gelegentlich schon bemerkbare Zweitheilung der Placenten derart weiter ausgebildet, dass jeder Theil im Querschnitte sich von T-förmiger Gestalt zeigt, nur auf der etwas convexen Oberfläche der dem Querstriche des T entsprechenden Lamelle mit Samenknospen besetzt, während die Unterseite und der stielförmige Träger frei davon sind. Die Träger bilden ihrer ganzen Ausdehnung nach betrachtet, etwas schief auf die Scheidewand der Fruchtanlage aufgesetzte Leisten, welche

1) Es mag hier bezüglich der Blätter von Tetraplacus noch erwähnt sein, dass ebenso, wie die drüsenbergenden Grübchen, auch die erhabenen Stellen in deren Umkreis mit Spaltöffnungen besetzt sind. Spaltöffnungen finden sich in geringer Zahl auch an der oberen Blattfläche.



nach dem Innern des Faches zu divergiren und an ihren Ansatzstellen nur in so ferne in Zusammenhang stehen, als sie durch eine Verdickung des Septums selbst mit einander in Verbindung gesetzt sind. So treten in der Fruchtanlage deutlich 4 gesonderte Placenten hervor.

Die Staubgefässe nähern sich am meisten den Verhältnissen, wie sie für Beyrichia scutellarioides geschildert wurden, zeigen aber eine beträchtliche callöse Anschwellung an ihrer Insertionsstelle und deutlich gegen die Spitze zu verjüngte fertile Antherenfächer mit verschwindend kurzem Stielchen. Der Pollen ist durch seine ellipsoidische, erst beim Aufquellen in die kugelige übergehende Gestalt von dem der Gattung Beyrichia mit mehr kugeliger oder abgeplattet kuchenförmiger Gestalt bei dreieckigem Umrisse etwas verschieden.

Die Blumenkronenröhre, welche an der Basis nicht erweitert, vielmehr an ihrer Einfügungsstelle etwas verengert ist, zeichnet sich durch ihre beträchtliche Länge und durch ihre knieförmige Biegung an der Ansatzstelle der Staubgefässe aus. Die Lippen der Blumenkrone sind durch ihre Ungetheiltheit, durch ihre Gestalt überhaupt und durch ihre Richtung, endlich durch die papillöse Entwicklung ihrer gesammten inneren Oberfläche verschieden von denen sämmtlicher Beyrichia-Arten.

Der Kelch ist durch das derb laubig ausgebildete, der Bractee an Grösse meist nicht nachstehende hintere Kelchblatt ausgezeichnet. Von den übrigen Kelchtheilen sind die mittleren fast borstlich, die vorderen an der Basis verbreitert mit dünn häutigen Rändern, alle von fast gleicher Länge mit dem hinteren und deutlich eutopisch imbricirt.

Von Bracteolen ist keine Spur vorhanden.

Die vegetativen Theile weichen durch ihre derbere Entwicklung und ihre Grösse in ähnlicher Weise von denen

der Beyrichia-Arten ab, wie die Blüthen, mit diesen dadurch den eigenthümlichen Habitus der Pflanze bedingend.[1])

Den geschilderten Verhältnissen nach ist es wohl klar, dass die in Betrachtung stehende Pflanze als etwas Eigenthümliches erscheint, dass man übrigens auch für sie, wie für Beyrichia floribunda, sich die Frage stellen kann, ob sie besser als besondere Gattung zu betrachten sei, oder ob sie etwa, und wenigstens mit ebenso viel Recht, wie B. floribunda, der Gattung Beyrichia selbst, etwa als eine weitere, besondere Section, einzuverleiben sei.

Ich habe geglaubt, das Letztere verneinen zu müssen, obwohl es auf den ersten Blick aussieht, als läge hier, abgesehen von den Grössenverhältnissen, kaum eine ebenso weit gehende Differenz in der Blüthenbildung vor, als sie für B. floribunda durch die Beschaffenheit der Staubgefässe gebildet wird, während Tetraplacus in diesem Punkte sich ganz an die Beyrichia-Arten der Section Achetaria anschliesst.

Aber wichtiger als die Verhältnisse des Andröciums, welche sich in der Familie der Scrophularineen nicht

---

1) Ich habe in der Gattungscharakteristik Tetraplacus dem Habitus nach mit gewissen Acanthaceen und namentlich hinsichtlich der Blüthe mit Peristrophe speciosa verglichen. In ähnlicher Weise sind in DC. Prodr. X, p. 378 und in Benth. Hook. Gen. II, p. 949 die Arten von Beyrichia als dem Habitus nach mit „einigen Acanthaceen" übereinstimmend bezeichnet. Daraus darf nicht etwa auf eine Gleichartigkeit von Tetraplacus und Beyrichia unter einander ein Schluss gezogen werden. Die Acanthaceen selbst zeigen ja eine grosse Mannigfaltigkeit in ihrem Habitus. Desshalb wäre von Bentham, wenn an den erwähnten Vergleich überhaupt eine bestimmte Vorstellung sollte angeknüpft werden können, wenigstens irgend eine Gattung der Acanthaceen namhaft zu machen gewesen. Es hätte sich dazu wohl Rostellaria Nees — in Benth. Hook. Gen. als Section von Justicia betrachtet — als vorzugsweise geeignet dargeboten.

selten bei derselben Gattung (s. Calceolaria, Mimulus, Herpestis, Gratiola etc.) ungleich, bei verschiedenen Gattungen übereinstimmend zeigen, erschien mir die Beschaffenheit der Placenten, welche bei Tetraplacus derart eigenthümlich sind, dass sie nirgends unter den Scrophularineen ihres Gleichen finden, wenn nicht bei der kleinen, aus den 3 Orobancheen-artigen Gattungen Harveya Hook., Campbellia Wight und Hyobanche Linn.[1]) gebildeten Gruppe

1) Ein triftiger Grund, warum Bentham in den Gen. Plant. II, 1876, p. 968, wie in DC. Prodr. X. 1846, p. 505, der Gattung statt der Autorität Linné die Autorität „Thunberg" unter Verweisung auf Thunb. Flor. Cap. ed. Schult., 1823, p. 488 beigefügt hat, während Linné dieselbe bereits in der Mantissa II, 1771, p. 155, die Art ferner p. 253 aufgestellt hat (wie Schultes a. a. O. selbst auch erwähnt) unter Hinzufügung eines Synonymes auf p. 588, ist mir unerfindlich.

Eine ungedruckte Mittheilung Thunberg's an Linné kann nicht wohl inzwischen liegen, da Thunberg erst am 17. April 1772 das Capland betrat (s. dessen Reise, übers. von Groskurd, Bd. I, 1792, p. 94).

Es wurde auch die Gattung von den älteren Autoren, von Jussieu (Gen. Pl. 1789, p. 101), Lamarck (Encycl. bot. III. 1789, p. 158), Willdenow (Sp. Pl. III, 1806, p. 354) Persoon (Synops. II, 1807, p. 182 — im Register übergangen —), Sprengel (Syst. Veg. II. 1825, p. 818), Bartling (Ord. nat., 1830, p. 174), Don (in Edinb. Phil. Journ. XIX, 1835, p. 113 und General Syst. IV, 1838, p. 635) und Steudel (Nomencl. Ed. II, I, 1840, p. 785) allgemein Linné zugeschrieben, von welchem dieselbe auch schon vor der Herausgabe der Mantissa II in einem Briefe an Jo. Burman vom 22. Februar 1770, also zwei Jahre vor der Ankunft Thunberg's im Caplande, besprochen worden ist (s. van Hall, Epist. ined. Car. Linnaei, 1830, p. 133).

Erst Harvey (Gen. South. Afr. Pl., 1838, p. 249) und Endlicher (Gen. Pl. p. 728, 1839 nach Pfeiffer Nomencl. und Beilschmied, Jahresber. v. Wikström für 1838 u. 1839—43, p. 2) haben, soviel ich ausfindig machen kann, und zwar der letztere unabhängig von dem ersteren (wie daraus zu ersehen, dass die bei Harvey a. a. O. unmittelbar auf Hyobanche folgende neue Gattung Aulaya Harv. von Endlicher erst in dem 1840 erschienenen Suppl. I aufgeführt wird),

der Hyobancheen, und auch unter diesen wieder eigentlich nur bei Harveya, oder wenn auf die Zeichnung Wight's für Cambpellia aurantiaca, Icon. Pl. Ind. or. IV, tab. 1424, fig. 7 Verlass zu nehmen ist, obwohl sie mit Figur 6 nicht im Einklange steht, vielleicht auch bei Campbellia.[1]) Für Hyobanche wird zwar in Benth.

Thunberg, wahrscheinlich in Folge irriger Auffassung des oben angeführten Citates der Flor. Cap., als Autor der Gattung bezeichnet, wobei Endlicher noch die besondere Bemerkung hinzufügte: „Hyobanche Thunb. ex Linn. Mant. 263."

Aber wie die Seitenzahl (263, statt 253), so ist auch der Inhalt dieser Bemerkung fehlerhaft. An der betreffenden Stelle ist keinerlei Erwähnung Thunberg's durch Linné zu finden.

Beide Fehler, welche von Endlicher auch in seine Iconogr. Gen. (Fasc. VII, p. XII, tab. 82, 1839 nach Beilschmied, Jahresber. v. Wikström für 1839—43, p. 3) übertragen worden sind, hat Meisner (Gen Pl., Comment. 224, 1840 nach Pfeiff. Nomencl.) reproducirt, wie auch Walpers (Repert. III, 1844—45, p. 482).

Von dieser Zeit ab findet sich nun Thunberg in den eingangs dieser Bemerkung citirten Arbeiten Bentham's, wie auch bei anderen Autoren (s. Harvey in Hook. Lond. Journ. Bot. III, 1844, p. 142. tab. 3, woselbst auch für die Art fehlerhafter Weise Thunb. als Autor angeführt wird, Lindl. Veget. Kingd., 1846, p. 611, 685, Walpers Ann. III, 1852—53, p. 206 und Pfeiff. Nomencl. I, 1874, p. 1712) irriger Weise als Begründer der Gattung genannt.

1) Analoges findet sich in Benth. Hook. Gen. nur noch für Rehmannia angeführt, doch beruht diese Angabe und damit die Einreihung der Gattung bei den Scrophularineen, statt wie früher bei den Cyrtandraceen, wie mir scheint, auf einem Irrthume.

Bentham glaubte die Placentation bei nicht cultivirten Exemplaren dieser Gattung anders zu finden als sie Lindley in Bot. Regist. X, 1837, tab. 1960 und Hooker in Bot. Magaz. XII, 1839, tab. 3653 nach cultivirten Pflanzen dargestellt hatten — nämlich statt parietaler, gestielter, 2-theiliger, nur an ihren Rändern Samenknospen tragender, mit den zugekehrten, samenknospenfreien Flächen in Berührung, aber nicht in fester Verbindung stehender Placenten in einem einfächerigen Fruchtknoten, indem er die in Berührung stehenden Flächen als in

Hook. Gen. die Beschaffenheit der Placenten in fast denselben Worten wie für Campbellia dargelegt („placentis in utro-

---

Verwachsung befindlich und darnach den Fruchtknoten als zweifächerig betrachtete, zwei aus der Mitte der Scheidewand sich in jedem Fache erhebende Placenten („ovarii placentae in medio septo geminae").

Ich konnte bei einem von Bunge in China gesammelten Exemplare der Rehmannia glutinosa Liboschitz an Querschnitten des durch Aufkochen erweichten Fruchtknotens unter dem aufhellenden Einflusse von Eau de Javelle deutlich das den Fruchtknoten auskleidende Epithelium über die in Rede stehenden Berührungsflächen der Placenten hin verfolgen und diese Berührungsflächen beim Fortschreiten der Einwirkung ohne irgend welchen mechanischen Eingriff auseinander treten sehen.

Die Sache entspricht also auch bei spontanen Exemplaren den Darstellungen von Lindley und Hooker.

Wenn ferner Bentham die Gattung Rehmannia als in ihrem Habitus sehr von den Cyrtandraceen abweichend bezeichnet, so ist das sicherlich ebenso wenig, wie seine Auffassung der Placentation zu rechtfertigen, und wenn auch C. B. Clarke in seiner Monographie der Cyrtandraceen in DC. Suites au Prodromus, 1883, p. 17 die Gattung ausschliesst und den Srophularineen zuweist, so beruht das sicherlich mehr auf dem Vorgange von Bentham als auf erneuter Untersuchung.

Mit mehr Recht hat wohl A. De Candolle bei der Bearbeitung der Cyrtandraceen in Prodr. IX, 1845, p. 275, indem er auf die damaligen, richtigeren, brieflich kund gegebenen Anschauungen Bentham's sich stützte, die Gattung Rehmannia dieser Familie beigezählt, wobei er ihre Stellung zu anderen Cyrtandraceen-Gattungen schon ziemlich zutreffend beurtheilt zu haben scheint. Zur weiteren Klärung ihrer Verwandtschaftsverhältnisse mag es vielleicht einst dienlich sein, wenn ich hier anführe, dass in der Fruchtknotenwandung, und noch reichlicher in den Placenten, (nach der angegebenen Behandlung) grössere Zellen mit einem den gewöhnlichen Lösungsmitteln widerstehenden, in wässriger Jodlösung sich intensiv gelb färbenden, geronnenem Plasma gleichenden Inhalte zu bemerken sind, und dass die Samenknospen in den die vordere Hälfte des Embryosackes umgebenden Zellen reichlich Amylum enthalten.

que loculo geminis v. 2-fidis valde prominentibus"), doch finde ich sie bei der einzigen Art der Gattung, Hyobanche sanguinea L., wesentlich verschieden von dem, was Wight in der erwähnten Abbildung für Campbellia dargestellt hat und was ganz den in Benth. Hook. Gen. unter Harveya gebrauchten Worten entspricht („ovarii placentae septo affixae, prominenter peltatae v. 2-fidae 2-partitaeve").

Campbellia war mir leider zu untersuchen nicht gegönnt.

Bei Harveya capensis Hook. fand ich die Sache conform der eben citirten Angabe und ähnlich der eben damit zusammengehaltenen Zeichnung Wight's für Campbellia; nur dass (was auch gegenüber Tetraplacus einen Unterschied bedingt) die Stiele der beiden Placenten jedes Faches nicht schon von ihrer Erhebung aus dem Septum an getrennt, sondern bis auf ihre halbe Länge etwa in einen einzigen vereiniget sind. In Hook. Icon. Pl. II, 1837, tab. 118 ist das einigermassen angedeutet.

Bei Hyobanche tritt nun noch die weitere Modification hinzu, dass die besonderen Stiele so zu sagen auf Null reducirt sind, und der gemeinschaftliche Stiel direct eine nach beiden Seiten ausgebreitete Platte trägt, welche nur durch eine Furchung in der Mitte eine Gliederung erfährt, aber auch in dieser Furche mit Samenknospen besetzt ist, wie es die Zeichnung in Hook. Lond. Journ. III, 1844, tab. 3 erkennen lässt, gleichwie auch die Darstellung des der Länge und der Quere nach durchschnittenen Fruchtknotens in Endl. Iconogr. Gen. 1839, tab. 82, während an dem nur der Quere nach halbirten die Sache hier so dargestellt ist, wie ich sie bei Tetraplacus, nicht aber bei Hyobanche gefunden habe.

Bei Hyobanche handelt es sich also eigentlich nur um eine starke Verbreiterung der für jedes Fach eine ein-

heitliche Lamelle auf kurzem, dickem Stile darstellenden Placenta an ihren freien Rändern und Sonderung ihrer beiden Hälften durch eine mehr oder minder deutliche Längsfurche auf der Mitte der freien, ganz von Samenknospen bedeckten Oberfläche. Mit anderen Worten: Von den beiden Rändern jedes der zwei, je ein Fach bildenden Fruchtblätter ist jeder von der Mitte des Septums aus je nach einer Seite hin zur Bildung einer Hälfte der Placentarlamelle eingeschlagen und mit dem anderen an der Berührungsstelle zu einem kurzen, dicken Träger der ganzen Lamelle verbunden.

Bei Tetraplacus dagegen ist jeder dieser Ränder zuerst zu einem gesonderten leistenartigen Träger und an dem Rande dieses doppelseitig zu einer der gesammten Placenta jedes Faches bei Hyobanche und fast allen übrigen Scrophularineengattungen gleichenden, samenknospentragenden Platte entwickelt, ähnlich wie es Wight für Campbellia a. a. O. zeichnet — aber bei Tetraplacus mit deutlicherer Flächenentwicklung der Platte, und ähnlich wie sich die Sache bei Harveya darstellt — aber bei Tetraplacus mit vollständigerer Sonderung der Träger, so dass in diesem Punkte die mehrerwähnte Zeichnung von Wight besser als hinsichtlich der Endigung der Placenten auf Tetraplacus passt. Am meisten entspricht übrigens den bei Tetraplacus gegebenen Verhältnissen die schon erwähnte Querschnittszeichnung des Fruchtknotens von Hyobanche in Endlicher's Iconographie (tab. 82), von der ich, wie von der oben citirten Darstellung Bentham's, dahingestellt sein lasse, ob sie in dem Sachverhalte bei Hyobanche wenigstens gelegentlich volle Rechtfertigung finde.

Die Anklänge, welche Beyrichia scutellarioides, wie oben erwähnt, hinsichtlich der Placenten an Tetraplacus zeigt, scheinen mir sehr wohl geeignet, im Zusammenhange mit dem Andröcium die nahe Verwandtschaft von Tetraplacus mit Beyrichia hervorleuchten

zu lassen, aber nicht ausreichend, um eine generelle Zusammenfassung damit zu rechtfertigen.

Dazu kommt als eigenthümlich für Tetraplacus das Fehlen der bei allen Beyrichia-Arten regelmässig auftretenden Bracteolen und, um von den oben schon betonten Einzelheiten der Blüthenbeschaffenheit hier abzusehen, die weit von jener der Beyrichia-Arten sich entfernende Gesammtgestaltung im blühenden, wie im nicht blühenden Theile der Pflanze.

All das zusammengenommen liess es mir um so mehr nothwendig erscheinen, die vorliegende Pflanze als eine besondere Gattung aufzufassen, als ja auch über die Frage der Zusammengehörigkeit des zur Zeit schon unter Beyrichia Vereinigten noch keineswegs das letzte Wort gesprochen ist, und es wohl einem künftigen Monographen der Scrophularineen wird überlassen werden müssen, darüber noch weitere Erwägung und Abwägung der einschlägigen Verhältnisse zu pflegen. Dabei mag dann auch Tetraplacus auf's neue auf die Wagschale gelegt werden. Sie wird, denke ich, nicht als zu leicht befunden werden.

Herr G. Bauer bespricht und legt eine Abhandlung des correspondirenden Mitgliedes A. Brill in Tübingen vor:

„Ueber rationale Curven und Regelflächen."

Durch algebraische Untersuchungen wurde ich zu einigen merkwürdigen Eigenschaften der rationalen ebenen und räumlichen Curven sowie der windschiefen Flächen vom Geschlechte Null geführt, über welche ich eine Mittheilung der hohen Classe vorzulegen mich beehre.

Wiewohl die Untersuchungen sich auf eine beliebige Anzahl von Formen beziehen, so will ich doch der Anschaulichkeit wegen an die Theorie der Raumcurven anknüpfen.

Sind x, y, z rechtwinklige Coordinaten, und hat man vier rationale ganze Funktionen n. Grades von einer Grösse λ:

$$\begin{aligned} f(\lambda) &= a_0 \lambda^n + a_1 \lambda^{n-1} + \dots + a_n \\ \varphi(\lambda) &= b_0 \lambda^n + b_1 \lambda^{n-1} + \dots + b_n \\ \psi(\lambda) &= c_0 \lambda^n + c_1 \lambda^{n-1} + \dots + c_n \\ \chi(\lambda) &= d_0 \lambda^n + d_1 \lambda^{n-1} + \dots + d_n, \end{aligned}$$

so stellen die Gleichungen:

$$x : y : z : 1 = f(\lambda) : \varphi(\lambda) : \psi(\lambda) : \chi(\lambda)$$

die Coordinaten einer „rationalen" Raumcurve dar, deren Punkte den Werthen des Parameters λ einzeln zugeordnet sind. Die Bedingung:

$$u x + v y + w z + 1 = 0$$

repräsentirt, wenn man sich für x, y, z die Werthe eingesetzt denkt, eine im Raum veränderliche Ebene, nämlich die dem Curvenpunkte mit dem Werthe λ zugehörige Schmiegungsebene.

Ebenso wie durch ihre Punktcoordinaten kann man eine Raumcurve auch durch die Coordinaten u, v, w ihrer Schmiegungsebenen darstellen, welche gleichfalls rationalen Funktionen von λ proportional sind.

Eine Raumcurve n. Ordnung C_n sei durch die ihren Punktcoordinaten proportionalen ganzen Funktionen f, φ, ... in der obigen Form gegeben, eine andere p[ter] Classe C^p durch vier ihren Ebenencoordinaten proportionale ganze Funktionen p. Ordnung $\alpha(\mu)$, ... $\delta(\mu)$ eines Parameters μ:

$$u : v : w : 1 = \alpha(\mu) : \beta(\mu) : \gamma(\mu) : \delta(\mu),$$

wo:

$$\begin{aligned}
\alpha(\mu) &= p_0\,\mu^p + p_1\,\mu^{p-1} + \ldots\ldots + p_p;\\
\beta(\mu) &= q_0\,\mu^p + q_1\,\mu^{p-1} + \ldots\ldots + q_p;\\
\gamma(\mu) &= r_0\,\mu^p + r_1\,\mu^{p-1} + \ldots\ldots + r_p;\\
\delta(\mu) &= s_0\,\mu^p + s_1\,\mu^{p-1} + \ldots\ldots + s_p.
\end{aligned}$$

Die Gleichung:

$$u\,x + v\,y + w\,z + 1 = 0,$$

oder ausgeführt:

$$F(\lambda\,\mu) \equiv \alpha(\mu)\,f(\lambda) + \beta(\mu)\,\varphi(\lambda) + \gamma(\mu)\,\psi(\lambda) + \delta(\mu)\,\chi(\lambda = 0,$$

drückt dann aus, dass der Punkt (λ) der Curve C_n auf der Ebene (μ) der Curve C^p gelegen ist. Und zwar ordnen sich jedem Punkte (λ) von C_n diejenigen p Punkte (μ) von C^p zu, welche den p von (λ) aus an C^p möglichen Schmiegungsebenen entsprechen, und umgekehrt gehören zu jeder Ebene (μ) n Punkte (λ). — Wenn nun aber für besonders beschaffene Funktionen $\alpha(\mu)$, $\beta(\mu)$ ... der Faktor $\lambda - \mu$ aus der ganzen Funktion $F(\lambda\,\mu)$ *rational sich ausscheiden lässt*, so entspricht einem jeden Punkte (λ) der C_n eindeutig e i n e bestimmte Schmie-

gungsebene, also einer der p Punkte (μ), so dass in diesem Falle die beiden Curven C_n und C^p eindeutig auf einander bezogen sind.

Solche Funktionen $\alpha(\mu)$, $\beta(\mu)$, ..., welche dies leisten, müssen die Gleichung:

$$F(\lambda\lambda) = \alpha(\lambda) f(\lambda) + \beta(\lambda)(\lambda)\varphi + \gamma(\lambda)\psi(\lambda) + \delta(\lambda)\chi(\lambda) = 0$$

identisch erfüllen. Dieselbe lässt sich in die folgenden $n - p + 1$ linearen Gleichungen für die $4(p+1)$ homogenen Coefficienten $p_0, p_1, \ldots q_0, \ldots$ zerfällen:

$$\left.\begin{array}{l} 0 = p_0 a_0 + q_0 b_0 + r_0 c_0 + s_0 d_0 \\ 0 = p_0 a_1 + q_0 b_1 + r_0 c_1 + s_0 d_1 + p_1 a_0 + q_1 b_0 + r_1 c_0 + s_1 d_0 \\ 0 = p_0 a_2 + \ldots \qquad + p_1 a_1 + \ldots \qquad + p_2 a_0 + \ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right\} (1)$$

Die Coefficienten p_1 q_1 ... sind hierdurch im Allgemeinen bestimmt, wenn:

$$n + p + 1 = 4(p+1) - 1$$

ist, d. h. für:

$$p = \frac{n-2}{3}.$$

Wenn also die ganze Zahl $n - 2$ durch 3 theilbar ist, so gibt es *zu einer rationalen Raumcurve n. Ordnung C_n im Allgemeinen eine bestimmte Raumcurve von der* $p\left(=\frac{n-2}{3}\right)^{\text{ten}}$ *Classe, welche jener sich eindeutig in der Weise zuordnet, dass jede ihrer Schmiegungsebenen durch den ihr entsprechenden Punkt der C_n geht.* Ist jedoch $n - 1$, bezw. n durch 3 theilbar, so giebt es noch ein einfach, bezw. doppelt unendliches System von Raumcurven der $\frac{n-1}{3}\left(\text{bezw.} \frac{n}{3}\right)^{\text{ten}}$ Classe, die eben dasselbe leisten. Ausser diesen giebt es dann noch Systeme von (unzerfällbaren) Curven höherer Ordnung der bezeichneten Art. Denn ausser den gefundenen Funk-

tionen $\alpha(\mu)$, $\beta(\mu)$, ... niedrigster Ordnung existiren noch solche höherer Ordnung, welche die Gleichungen (1) befriedigen, jedoch eine grössere Anzahl von unbestimmten Coefficienten enthalten.

So giebt es zu einer rationalen Curve 5. Ordnung ausser dem Ebenenbüschel, welches die vierfach schneidende Sehne der Curve zur Axe hat, noch ein dreifach unendliches System von Kegeln zweiter Ordnung, deren Tangentialebenen einzeln ein rational zerfällbares Schnittpunktsystem mit der Curve besitzen; zu einer rationalen Curve 6. Ordnung giebt es ausser einem ebensolchen ∞^2-System von Kegeln noch ein ∞^5-System von rationalen Curven 3. Classe u. s. w.

Diese Classencurven lassen sich nun aber umgekehrt zu einer linearen Construction der Raumcurve C_n verwenden.

Im Falle erstlich, dasss $\frac{n-2}{3}$ eine ganze Zahl ist, exitsirt ausser jener Curve niedrigster $\left(\frac{n-2}{3}\right)$ Classe noch ein ∞^3-System von Curven $\frac{n+1}{3}$ ter Classe, für welche die Funktionen $\alpha(\mu)$, $\beta(\mu)$, ... die Gleichungen (1) erfüllen. Nimmt man zu der Curve $C^{\frac{n-2}{3}}$ irgend zwei dieses Systems, so schneiden sich ensprechende Ebenen dieser drei abwickelbaren Flächen in einem Punkte der Curve n. Ordnung.

Ueberhaupt wird eine Curve von der Ordnung $p+q+r$ durch den Punkt erzeugt, in welchem sich entsprechende Ebenen von drei rationalen abwickelbaren Flächen der p., q., r. Classe, die eindeutig auf einander bezogen sind, schneiden. In unserem Falle ist in der That: [1])

$$n = \frac{n-2}{3} + 2 \cdot \frac{n+1}{3}.$$

1) Benutzt man statt der Curve $\frac{n-2}{3}$ ter Classe eine dritte Curve der Schaar $\frac{n+1}{3}$ ter Classe, so sondert sich eine Gerade aus

Den Fällen, wo $\frac{n-1}{3}$ und $\frac{n}{3}$ eine ganze Zahl ist, entsprechen in analoger Weise die Zerlegungen:

$$n = 2 \cdot \frac{n-1}{3} + \frac{n+2}{3}$$

$$n = 3 \cdot \frac{n}{3},$$

deren geometrische Bedeutung ersichtlich ist.

Die allgemeine rationale Raumcurve n. Ordnung lässt sich also durch den Schnitt entsprechender Ebenen von drei eindeutig auf einander bezogenen rationalen Curven niederer Classe K $\left(\text{wo } K = \frac{n}{3}, \text{ bezw. } \frac{n-2}{3}, \frac{n-1}{3}; \frac{n-1}{3}, \frac{n+2}{3} \text{ ist}\right)$ *erzeugen.*

Die Raumcurve n. Ordnung ist nicht mehr die „allgemeine", sondern besitzt weniger als 4 n wesentliche Constante, wenn an Stelle jener erzeugenden Curven solche von höherer, bezw. niederer Classe treten. Es geschieht dies in der Weise, dass die Determinanten derjenigen Matrices aus den Coefficienten der Formen $f(\lambda)$, $\varphi(\lambda)$, ..., aus denen die Coefficienten in den Gleichungen jener Curven sich zusammensetzen, verschwinden. So ist für $n = 6$, wo im Allgemeinen eine ∞^2 Schaar von Kegeln 2. Ordnung existirt, deren Tangentialebenen durch entsprechende Punkte der C_6 hindurchgehen, die Bedingung dafür, dass bereits ein Gebilde niederer Ordnung der angegebenen Art existirt, also die Bedingung für eine *fünffach schneidende Sehne der rationalen Raumcurve 6. Ordnung*, die folgende Gleichung:

---

dem erzeugten Gebilde in der Weise aus, dass für einen gewissen Werth des Parameters die drei entsprechenden Ebenen in dieser Geraden sich schneiden.

$$\begin{vmatrix} a_0 & b_0 & c_0 & d_0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_1 & b_1 & c_1 & d_1 & a_0 & b_0 & c_0 & d_0 \\ a_2 & b_2 & c_2 & d_2 & a_1 & b_1 & c_1 & d_1 \\ a_3 & b_3 & c_3 & d_3 & a_2 & b_2 & c_2 & d_2 \\ a_4 & b_4 & c_4 & d_4 & a_3 & b_3 & c_3 & d_3 \\ a_5 & b_5 & c_5 & d_5 & a_4 & b_4 & c_4 & d_4 \\ a_6 & b_6 & c_6 & d_6 & a_5 & b_5 & c_5 & d_5 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & a_6 & b_6 & c_6 & d_6 \end{vmatrix} = 0, \text{ [1])}$$

und die Curve entsteht, wenn dieselbe erfüllt ist, aus dem Durchschnitt entsprechender Ebenen eines Ebenenbüschels, eines Kegels und einer Curve dritter Classe, indem von der Kegelschaar des allgemeinen Falles jenes Ebenenbüschel sich absondert.

Indem man die Classencurven, aus denen die gegebene Ordnungscurve entsteht, ihrerseits aus solchen niederer Ordnung erzeugt, u. s. w., kommt man schliesslich auf n Punktreihen, bezw. Ebenenbüschel, aus denen sich durch passende Lage und Anordnung der Construction jede rationale Raumcurve n. Ordnung herstellen lässt.

Eine Eigenschaft der Curve $(p+q+r)^{\text{ter}}$ Ordnung, die in der angegebenen Weise durch den Schnitt entsprechender Ebenen von Curven p, q, r^{ter} Classe entsteht, ist die, dass sie (wie unten bewiesen wird) die abwickelbare Fläche p. Classe C^p in denjenigen $p'+q+r$ Punkten (p' ist die Ordnung der C^p) berührt, in welchen eine gerade Erzeugende der Letzteren durch den ihr entsprechenden Punkt der C_{p+q+r} hindurchgeht.

---

1) Die ähnlich gestaltete Bedingungsgleichung für das Auftreten eines dreifachen Punktes bei einer ebenen rationalen Curve 4. Ordnung findet man in dem Werke: „Ueber Apolarität und rationale Curven“ von Franz Meyer (S. 184) aufgestellt, wo auch die Gesichtspunkte für die Bildung anderer derartiger Bedingungen in den Coefficienten der conjugirten Formen entwickelt sind.

Das oben aufgestellte algebraische Problem ergiebt, auf eine andere Variabelnzahl angewandt, einige neue Sätze für ebene Curven und windschiefe Flächen.

Wenn man in zwei Gleichungen vom p. und q. Grad:

$$0 = P + \lambda P_1 + \lambda^2 P_2 + \ldots . \lambda^p P_p \equiv \Pi$$
$$0 = Q + \lambda Q_1 + \lambda^2 Q_2 + \ldots . \lambda^q Q_q \equiv K$$

die Coefficienten P, Q als lineare Funktionen von zwei, resp. drei, nicht homogenen Variabeln x, y (x, y, z) ansieht, so stellen dieselben zwei eindeutig auf einander bezogene ebene Classencurven (resp. abwickelbare Flächen) dar, und der Schnittpunkt (die Schnittgerade) entsprechender Geraden (Ebenen) beschreibt eine ebene Curve (windschiefe Fläche) von der Ordnung $n = p + q$. Dies ist bekannt,[1]) ebenso wie, dass die erzeugte ebene Curve von der Curve p^{ter} Classe, wenn letztere von der Ordnung p' ist, in denjenigen $p + q'$ Punkten berührt wird, in denen entsprechende Punkte beider Curven zusammenfallen.

Dass aber umgekehrt zu jeder rationalen ebenen Curve, wenn n ungerade ist, im Allgemeinen immer eine Curve von der Classe $\frac{n+1}{2}$ (und, wenn n gerade ist, ein ∞^2-System von Curven $\frac{n}{2}^{ter}$ Classe) existirt, mit deren Hilfe jene Construction möglich ist, ergiebt sich aus Betrachtungen, die den oben für Raumcurven angestellten fast wörtlich nachzubilden sind.

Der „allgemeine" Fall, d. h. das Gebilde mit der grössten Constantenzahl, lässt sich aber auch durch eine Abzählung der durch die Construction eingeführten Constanten ermitteln, und ich gehe hierauf um so lieber mit einigen Worten ein, als hierbei die windschiefen Flächen mit umfasst werden.

1) Haase, Zur Theorie der ebenen Curven u. s. w. Math. Annalen, Band 2, Seite 547.

Ist in den obigen Gleichungen:

$$\Pi = 0, \quad K = 0$$

$q > p$, so kann man, nachdem durch eine lineare Transformation von λ vier Constante in den Ausdrücken P in Zahlenwerthe verwandelt worden sind, Π mit einer ganzen Funktion M vom $(q - p)^{\text{ten}}$ Grad multipliciren und zu K zufügen. Durch passende Wahl der Constanten in M lassen sich dann $p - q + 1$ Constante des Ausdrucks:

$$K + M\Pi,$$

der an die Stelle von K gesetzt werden kann, ohne dass sich das Resultat der Elimination von λ ändert, in Zahlenwerthe verwandeln. Alsdann befinden sich, je nachdem die P, Q zwei oder drei Variable enthalten, noch

$$\begin{aligned} A &= 3(p+1) + 3(q+1) - 4 - (q - p + 1) \\ &= 4p + 2q + 1 \\ &= 2n + 2p + 1 \end{aligned}$$

beziehungsweise:

$$\begin{aligned} B &= 4(p+1) + 4(q+1) - 4 - (q - p + 1) \\ &= 5p + 3q + 3 \\ &= 3n + 2p + 3 \end{aligned}$$

Constante in der Schlussgleichung, von denen sie eine homogene Funktion sein wird.

Hier ist, wegen $q < p$, für n gerade:[1])

$$p < \frac{n}{2},$$

und für n ungerade:

$$p < \frac{n-1}{2}.$$

1) Nur für den Fall, dass $p = q = \frac{n}{2}$ ist, gestaltet sich die obige Abzählung etwas anders, weil ebensowohl an die Stelle von Π wie an die von K eine lineare Combination von K und Π gesetzt werden kann, wodurch die Zahlen werden:

$$A = 3n; \qquad B = 4n + 2.$$

Der grösste Werth, den die Zahlen A und B annehmen können, entspricht im ersteren Falle dem Werth:

$$p = \frac{n-1}{2},$$

woraus sich ergiebt:

$$A = 3n; \qquad B = 4n + 2,$$

die gleichen Werthe, wie sie dem Falle $p = q = \frac{n}{2}$ entsprechen (s. d. letzte Anmerkung unter dem Text).

Was zunächst A angeht, so ist der erhaltene Maximalwerth in der That gleich der Anzahl der in einer allgemeinen *rationalen ebenen Curve n. Ordnung* homogen enthaltenen Constanten. Nach dem Vorstehenden lässt sich dieselbe *durch den Schnitt entsprechender Tangenten von zwei rationalen eindeutig auf einander bezogenen Curven von den Classen* $\frac{n-1}{2}$ *und* $\frac{n+1}{2}$ $\left(\text{bezw.} \frac{n}{2} \text{ und } \frac{n}{2}\right)$ *linear construiren.* Wie im Falle der Raumcurven bedarf es specieller projectivischer Eigenschaften (des Verschwindens gewisser Combinanten von drei binären Formen), wenn die Construction aus niederen (und andererseits höheren) Classencurven erfolgen soll. So ordnet sich einer rationalen ebenen Curve 5. Ordnung im Allgemeinen ein bestimmter ihr eindeutig in der angegebenen Weise entsprechender Klassen-Kegelschnitt zu, dessen Gleichung (in einer aus dem Vorhergehenden verständlichen Bezeichnung) lautet wie folgt:

$$0 = \begin{vmatrix} x\mu^2 & y\mu^2 & \mu^2 & x\mu & y\mu & \mu & x & y & 1 \\ a_0 & b_0 & c_0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ a_1 & b_1 & c_1 & a_0 & b_0 & c_0 & 0 & 0 & 0 \\ a_2 & b_2 & c_2 & a_1 & b_1 & c_1 & a_0 & b_0 & c_0 \\ a_3 & b_3 & c_3 & a_2 & b_2 & c_2 & a_1 & b_1 & c_1 \\ a_4 & b_4 & c_4 & a_3 & b_3 & c_3 & a_2 & b_2 & c_2 \\ a_5 & b_5 & c_5 & a_4 & b_4 & c_4 & a_3 & b_3 & c_3 \\ 0 & 0 & 0 & a_5 & b_5 & c_5 & a_4 & b_4 & c_4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & a_5 & b_5 & c_5 \end{vmatrix}.$$

Das Verschwinden der Determinanten der Matrix aus den letzten 7 Horizontal- und 6 Verticalreihen der obigen Determinante reducirt die obige Gleichung auf die eines Strahlbüschels. Dieses, mit einer rationalen Curve vierter Ordnung combinirt, ermöglicht wieder die Construction der Curve 5. Ordnung, welche dann einen vierfachen Punkt im Scheitel des Büschels erhält.

Durch den oben angeführten um 1 verminderten Maximalwerth *der Zahl* B, *also die Zahl* $4n + 1$, *ist andererseits die Anzahl der in einer allgemeinen rationalen windschiefen Fläche n. Ordnung enthaltenen wesentlichen Constanten* ausgedrückt. Denn offenbar kann jede solche Fläche durch Elimination aus zwei Gleichungen von der Form $\Pi = 0$, $K = 0$ hergestellt werden — man beziehe z. B. nur zwei Kegel eindeutig auf einander, die von den durch irgend einen Raumpunkt und die Geraden der Fläche gelegten Ebenen umhüllt werden — und da nach Obigem die windschiefe Fläche mit der grössten Constantenzahl dem Fall $p = \frac{n-1}{2}$, $q = \frac{n+1}{2}$, bezw. $p = q = \frac{n}{2}$ entspricht, so liefert die diesem Fall entsprechende Zahl B die Anzahl der homogen in der „allgemeinen“ Regelfläche auftretenden Constanten. Zugleich hat man *eine Construction dieser Fläche* aus dem Schnitt entprechender Ebenen zweier rationalen Raumcurven von der $\frac{n-1}{2}$ $\left(\text{bez. } \frac{n}{2}\right)$ und $\frac{n+1}{2}$ $\left(\text{bez. } \frac{n}{2}\right)^{\text{ten}}$ Classe,[1]) und es bedarf projectivischer Eigenthümlichkeiten, wenn die Construction aus solchen von niederer (und höherer) Ordnung möglich sein soll.

---

1) Die Existenz dieser Raumcurven oder vielmehr der ihnen dualistisch entsprechenden Ordnungscurven auf der allgemeinen rationalen Regelfläche n. Ordnung war schon Clebsch bekannt, der auf sie durch die Abbildung der Fläche auf eine Ebene geführt worden war. Math. Ann. V. S. 1.

Auch hier sind wieder die erzeugenden Gebilde mit dem erzeugten durch Berührungseigenschaften verbunden:

Die Regelfläche (R), die aus einer Curve (Π) und einer Curve (K) durch den Schnitt entsprechender Ebenen entsteht, wird nicht nur von den Tangenten dieser Curven berührt, sondern ist den Letzteren eingeschrieben, in dem Sinne, dass die *Schmiegungsebenen der Curven Tangentialebenen der Fläche sind.*

Man führt den Nachweis dieser und der oben erwähnten entsprechenden Eigenschaften für die ebenen und Raumcurven durch Differentiation der Gleichungen $\Pi = 0$, $K = 0$, durch welche die beweglichen Schmiegungsebenen der Curven (Π) und (K) repräsentirt werden. Für einen dem Punkte λ benachbarten Punkt der windschiefen Fläche (R), deren Gleichung durch die Resultante $\mathrm{R} = 0$ von Π und K dargestellt wird, hat man:

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial \Pi}{\partial x} dx + \frac{\partial \Pi}{\partial y} dy + \frac{\partial \Pi}{\partial z} dz + \frac{\partial \Pi}{\partial \lambda} d\lambda = 0 \\ \frac{\partial K}{\partial x} dx + \frac{\partial K}{\partial y} dy + \frac{\partial K}{\partial z} dz + \frac{\partial K}{\partial \lambda} d\lambda = 0, \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (2)$$

während zugleich:

$$\frac{\delta \mathrm{R}}{\delta x} dx + \frac{\delta \mathrm{R}}{\delta y} dy + \frac{\delta \mathrm{R}}{\delta z} dz = 0$$

ist. Eliminirt man $d\lambda$ aus den beiden ersten Gleichungen, so erhält man links einen Ausdruck, welcher nach Einsetzung des Werthes λ der differenzirten Resultante proportional sein muss:

$$\frac{\partial K}{\partial \lambda}\left\{\frac{\partial \Pi}{\partial x} dx + \frac{\partial \Pi}{\partial y} dy + \frac{\partial \Pi}{\partial z} dz\right\} - \frac{\partial \Pi}{\partial \lambda}\left\{\frac{\partial K}{\partial x} dx + \frac{\partial K}{\partial y} dy + \frac{\partial K}{\partial z} dz\right\}$$
$$= \frac{1}{\mathrm{M}}\left\{\frac{\partial \mathrm{R}}{\partial x} dx + \frac{\partial \mathrm{R}}{\partial y} dy + \frac{\partial \mathrm{R}}{\partial z} dz\right\}, \quad \ldots (3)$$

wo nun der Factor M durch eine Rechnung, die ich hier übergehe, gleich einer der $(p + q - 2)$ — reihigen Unter-

determinanten 2. Ordnung der Determinante R gefunden wird, nämlich:

$$M = \left| \begin{array}{cccc} P_1 & P_2 & P_3 & \ldots\ldots \\ P_0 & P_1 & P_2 & \ldots\ldots \\ 0 & P_0 & P_1 & \ldots\ldots \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots\ldots \\ Q_1 & Q_2 & Q_3 & \ldots\ldots \\ Q_0 & Q_1 & Q_2 & \ldots\ldots \\ 0 & Q_0 & Q_1 & \ldots\ldots \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots\ldots \end{array} \right| .$$

Man bemerkt in dieser eleganten Identität leicht den zusammenfassenden Ausdruck bekannter Sätze über die Resultante. Zugleich geht aus derselben, wie übrigens auch schon aus den Gleichungen (2), hervor, dass für einen Werth von x, y, z, für welchen zugleich:

$$(4) \ldots\ldots \Pi = 0, \frac{\partial \Pi}{\partial \lambda} = 0, \ K = 0$$

ist, in welchem also die Tangente an die Curve (Π) die entsprechende Erzeugende der Fläche (R) trifft, die partiellen Differentialquotienten von R nach den Variabeln denen von Π proportional werden, d. h., dass an dieser Stelle die Schmiegungsebene von (Π) λ Tangentialebene der Fläche ist.

Man hätte den Satz auch aus seinem dualistischen Gegenbild, das eines Beweises nicht bedarf, erschliessen können.

Der entsprechende Satz für ebene Curven, dessen oben gedacht wurde, ist durch das Vorstehende mitbewiesen, wenn man allenthalben die Glieder unterdrückt, welche die Variable z enthalten. — Hinsichtlich der Raumcurven bedarf es einer geringen Modification, die darin besteht, dass die Gleichung $P = 0$ einer dritten Schmiegungsebene einzuführen und zu differenziren ist. Aus den Gleichungen (2), (4) und den analogen in P ergiebt sich zugleich die behauptete Eigenschaft.

Herr C. v. Voit theilt die hauptsächlichsten Resultate zweier in seinem Laboratorium von Dr. Erwin Voit und Dr. C. Lehmann und von Dr. M. Rubner ausgeführten Untersuchungen mit

„Ueber die Fettbildung im Thierkörper."

Man hat bekanntlich früher, nachdem sich herausgestellt hatte, dass das Eiweiss im Thierkörper ausschliesslich aus dem in der Nahrung schon vorhandenen Eiweiss stammt und demnach kein Eiweiss in demselben erzeugt wird, das Gleiche auch für das Fett angenommen. Es waren vorzüglich die französischen Forscher Dumas, Boussingault und Payen, welche den Satz vertheidigten, dass das Fett des Thieres nur von dem aus der Nahrung resorbirten, durch die Pflanze bereiteten Fett herrührt.

Liebig zog dagegen aus seinen geistvollen Betrachtungen über die Vorgänge im Thierkörper den Schluss, dass die Kohlehydrate der Nahrung die Hauptquelle für das im thierischen Organismus abgelagerte Fett seien. Liebig ging damals aus dem lebhaft geführten Kampfe als Sieger hervor, da es sich zeigen liess, dass das Fett der Nahrung in einer Anzahl von Fällen nicht hinreicht, das unterdess im Körper angesetzte Fett zu decken.

Pettenkofer und ich machten später auf eine weitere Quelle für das Fett aufmerksam, nämlich auf das Eiweiss, das sich nach unseren Untersuchungen am Hunde im Organismus in einen stickstoffhaltigen und stickstofffreien Antheil

spaltet, welcher letzterer nahezu die Zusammensetzung des Fettes besitzt.

Dadurch war es nöthig geworden, zuzusehen, ob vielleicht das in der Nahrung zugeführte Fett mit dem bei dem Eiweisszerfall sich abspaltenden Fett hinreicht, den Fettansatz im Thierkörper zu bewirken, und ob die Kohlehydrate in diesem Falle nur die Aufgabe haben, das Fett vor der weiteren Zerstörung zu schützen.

Es liess sich dies auch in der That, unter der Annahme, dass nach Henneberg's Berechnung aus dem Eiweiss bei dem Zerfall in sich selbst — nach Analogie der Zuckergährung, ohne Eingriff des atmosphärischen Sauerstoffes — im höchsten Falle 51,4 % Fett entstehen, für die von uns beim Hunde gemachten Beobachtungen nachweisen. Ebenso genügte das aus dem Darm resorbirte und aus dem Eiweisszerfall entstandene Fett zur Deckung des Butterfettes einer gut genährten reichlich Milch secernirenden Kuh. Auch von Anderen wurde darauf hin das Gleiche gefunden, so z. B. von Stohmann für milchgebende Ziegen, von Gust. Kühn und von M. Fleischer für Milchkühe bei an Eiweiss und Fett armer Nahrung.

Ich habe daher damals gesagt, dass der Uebergang von Kohlehydraten in Fett nicht bewiesen sei und ein solcher Vorgang erst dann angenommen werden dürfe, wenn man Beispiele fände, wo jene beiden anderen Fettquellen sicher nicht mehr zureichen. Es war dies der einzig richtige Standpunkt; niemals habe ich behauptet, dass die Kohlehydrate kein Fett geben und es ist demnach auch, wenn der Beweis der Bildung von Fett aus Kohlehydraten geliefert wird, nicht dargethan, dass ich mich geirrt habe, wie es jetzt nicht selten fälschlich von solchen dargestellt wird, die meine Lehren nicht kennen.

Von den früher angestellten Versuchen schienen nur einige von Lawes und Gilbert an Schweinen angestellte die

Nothwendigkeit der Kohlehydrate zur Fettbildung zu ergeben. Diese Forscher stellten bei einem Schweine den Gehalt an Wasser, Eiweiss, Fett und Asche fest und dann ebenso in einem anderen, dem ersten möglich gleichen, nachdem es durch 10 Wochen mit einer bekannten Nahrung gefüttert worden war. Ich habe diese Versuche nicht für genau genug gehalten, um einen so wichtigen Satz festzustellen; auch Soxhlet hält dieselben nicht für entscheidend, da dabei weder der Koth noch der Harn aufgesammelt worden ist und nur ein einziger brauchbarer Versuch vorliegt, bei welchem zudem nur wenig Fett aus Kohlehydraten abzustammen braucht, während bei den übrigen Versuchen weder die Zusammensetzung der Versuchsthiere noch die gleichartiger Controlthiere ermittelt wurde.

Bei den später von Weiske und Wildt ebenfalls an Schweinen ausgeführten Versuchen schien es, als ob die Kohlehydrate für die Fettbildung nicht in Anspruch genommen werden müssten, jedoch machte E. Schulze und auch E. v. Wolff darauf aufmerksam, dass der Stickstoff der dabei verfütterten Kartoffeln nicht aller in Eiweiss, wie Weiske und Wildt angenommen hatten, sondern zum grossen Theil in Amidverbindungen enthalten ist, die kein Fett zu liefern im Stande sind.

Es mehrten sich nun nach und nach die Beispiele, nach welchen das Fett aus der Nahrung und aus dem Eiweiss nicht zureicht.

Zunächst wurden Versuche vorgebracht, bei welchen eine Anzahl möglichst gleicher Thiere ausgewählt und dann angenommen wurde, dass alle die gleiche Fettmenge im Körper besitzen. Eines oder mehrere der Thiere wurde nun gleich geschlachtet, um den anfänglichen Fettgehalt zu erfahren und dann eines oder mehrere gefüttert und hintennach wieder die Quantität des Fettes ermittelt. Auf diese Weise suchte man zu finden, wie viel Fett unter dem Einflusse

einer bestimmten Nahrung angesetzt worden ist. Man wählte solche Thiere aus, welche sich zur Fettmast erfahrungsgemäss besonders eignen und grosse Quantitäten von an Kohlehydraten reichen und an Eiweiss sowie an Fett armen Nahrungsmitteln ertragen, wie z. B. Schweine oder Gänse.

In solcher Art sind die Versuche von Soxhlet an Schweinen bei Fütterung mit Reis, von B. Schulze und von Chaniewski an Gänsen, sowie von M. Tscherwinsky an Schweinen gemacht worden.

Gegen diese Methode ist im Allgemeinen einzuwenden, dass es kaum möglich ist Thiere mit annähernd gleichem Fettgehalt zu bekommen. Ich habe dies bei Versuchen, welche schon vor 15 Jahren an Gänsen in meinem Laboratorium ausgeführt worden sind, erfahren und es hat sich das gleiche neuerdings bei den Versuchen von Dr. E. Voit und Dr. C. Lehmann an Gänsen herausgestellt. Trotzdem die Thiere aus dem gleichem Trieb genommen waren und nahezu gleiches Gewicht besassen und vor Beginn des Versuchs 4 $^1/_2$ Tage lang gehungert hatten, zeigte sich doch ein Unterschied im prozentigen Fettgehalte der Controlgänse von 14—27 % oder bei einem Gewicht der Gans von 4 Kilo eine Differenz in der Menge des Fettes von 500 Gramm. Es ist klar, dass bei solchen Verschiedenheiten die Methode zu keinem genauen Resultate führen kann.

Soxhlet schlachtete von drei möglichst gleichen Schweinen eines zur Controle und fütterte die beiden anderen mit Reis, wobei er den Koth aufsammelte und daraus die Menge des im Darm resorbirten Eiweisses und Fettes entnahm. Das Controlschwein erwies sich schon als recht fett, denn es enthielt 38,6 Kilo Fett, und von den beiden anderen nahm das eine in 75 Tagen um 10,1 Kilo, das andere in 82 Tagen um 22,2 Kilo Fett zu. Der Erfolg der Mast war also sehr verschieden, und obwohl das dritte Thier etwas länger gefüttert wurde, so ist doch wohl ein grosser Theil des ungleichen

Resultats auf einen verschiedenen Anfangsfettgehalt bei den Thieren zu setzen. Soxhlet kommt jedoch bei der Betrachtung der Versuchsergebnisse zu dem Schluss, dass, wenn man nicht ganz abnorme Zahlen für die im Thiere anfangs abgelagerte Fettmenge annehmen will, ein grosser Theil des Körperfettes aus Kohlehydraten gebildet worden sein muss. Soxhlet hat mir später übrigens die Mittheilung gemacht, dass durch ein Uebersehen bei der chemischen Untersuchung der Organe sich die Differenz nicht so hoch stelle.

Bei den Versuchen von B. Schulze an Gänsen wurden 8 Thiere verwendet, zwei alsbald geschlachtet und sechs mit Roggenkleie und Kartoffelstärke gefüttert. Bei den 2 Controlthieren war der Fettgehalt höchst ungleich, nämlich bei dem einen nur 452 Gramm, bei dem anderen 783 Gramm; die Differenz beträgt 331 Gramm. Schulze nimmt als Anfangsfettgehalt das Mittel von 617 Gramm Fett an. Bei Anwendung eines Futters mit einem im Verhältniss zum Eiweiss reichen Stärkemehlgehalte fand nun in vier Fällen ein Ansatz von Fett aus Kohlehydrat statt und zwar von 24, 121, 95 und 74 Gramm, (5—20% des gesammten neugebildeten Fettes betragend) welche Zahlen aber alle in die Fehlergrenzen der ursprünglichen Bestimmung des Fettgehaltes fallen.

Bei den beiden Versuchen von Tscherwinsky an jungen Schweinen wurde allerdings so viel Fett bei Fütterung mit Gerste angesetzt, dass kaum etwas Anderes anzunehmen ist als dass dabei aus Stärkemehl Fett erzeugt worden ist. Denn im ersten Versuche enthielt das 7,3 Kilo schwere Controlthier nur 0,69 Kilo Fett, das gefütterte Thier 9,25 Kilo, wovon für 4,87 Kilo das Stärkemehl in Anspruch genommen werden muss; im zweiten Versuche fand sich im 11,03 Kilo schweren Controlthier 1,01 Kilo Fett vor, im gefütterten 6,44 Kilo, von denen 4,01 Kilo aus Kohlehydraten stammen mussten.

Chaniewski wählte in einer ersten Versuchsreihe 3 Gänse, von denen eine gleich getödtet, die beiden anderen unter Aufsammlung der Exkremente mit Reis während 18 und 26 Tagen gemästet wurden. Die Menge des Fettes im Körper betrug bei der ersteren Gans 216 Gramm, bei den beiden gemästeten Gänsen 489 und 890 Gramm, wovon 194 und 504 Gramm nicht aus dem Fett und dem Eiweiss der Nahrung gedeckt werden, also aus Kohlehydraten entstanden sein müssen, wenn man nicht annehmen will, dass der Anfangsfettgehalt der Mastthiere um so viel grösser gewesen sei; allerdings ist die Fettmenge bei der dritten Gans so beträchtlich höher als bei der zweiten, dass ein sehr ungleicher Gehalt an Fett bei denselben zu Anfang der Mast vorhanden gewesen sein muss. Um solche Zweifel zu beseitigen führte Chaniewski noch eine zweite Versuchsreihe aus, bei welcher die Gänse vorher 5 Tage lang hungerten. Das Controlthier wurde nach dieser Zeit als fast fettfrei (98 Gramm) gefunden, während das Mastthier nach 13 Tagen 543 Gramm Fett enthielt, also 445 Gramm Fett mehr, wovon 385 Gramm auf die Kohlehydrate treffen. Ich möchte hiezu bemerken, dass nicht immer nach 5tägigem Hunger sich so wenig Fett im Körper einer Gans vorfindet; denn nach meinen obigen Mittheilungen kann trotz einem Hunger von 4½ Tagen die Menge des in Gänsen abgelagerten Fettes von 560 bis 1080 Gramm schwanken.

E. Meissl und F. Strohmer haben nun nicht diese vielfach trügerische Methode angewendet, sondern sie haben zugesehen, wieviel von dem aus der Nahrung resorbirten Kohlenstoff in den Exkreten, im Harn und Koth sowie in der Respiration, nicht ausgeschieden wurde, wieviel also im Körper in der Form von Fett zurückgeblieben ist. Sie sagen, sie hätten versucht, auf einem anderen vollkommen einwurfsfreien Wege zum Ziele zu gelangen, vergessen aber hinzuzufügen, dass dieser Weg zuerst und schon längst durch

die Versuche von Pettenkofer und mir gebahnt und betreten worden ist. Meissl und Strohmer experimentirten an einem Schwein, welches mit Reis gefüttert wurde, bei welchem Harn und Koth aufgefangen und am 3. und 6. Versuchstage die durch Haut und Lunge ausgeathmete Kohlensäure in einem Pettenkofer'schen Respirationsapparate bestimmt wurde. Von den dabei im Tag angesetzten 352 Gramm Fett mit 269 Gramm Kohlenstoff stammen 310 Gramm Fett aus Kohlehydraten, so dass kein Zweifel darüber besteht, dass hier bei der reichlichen Fütterung mit dem fett- und eiweissarmen Reis aus Kohlehydraten Fett entstanden ist.

Die gleichen Versuche wie früher von Pettenkofer und mir an Hunden mit Bestimmung der Athemprodukte, der ausgeschiedenen Kohlensäure und des aufgenommenen Sauerstoffes, wurden nun von Dr. Erwin Voit und Dr. C. Lehmann an fünf Gänsen ausgeführt und zwar bei Fütterung mit Reis.

Es stellte sich dabei heraus, dass im Körper der hungernden Gans wie in dem des Hundes nur Eiweiss und Fett zersetzt und bis in die letzten Ausscheidungsprodukte übergeführt wird.

Bei reichlicher Fütterung mit Reis findet ein Ansatz von Stickstoff und von Kohlenstoff statt. Aber am ersten Fütterungstage nach dem Hunger bleibt nach Abziehung des im angesetzten Eiweiss enthaltenen Kohlenstoffes ein Rest von angesetztem Kohlenstoff, mit welchem, unter der Annahme dass derselbe im Fett enthalten ist, weniger Sauerstoff angesetzt worden ist als sich der Bestimmung nach als angesetzt ergiebt, d. h. es besteht die jenen Kohlenstoff enthaltende Verbindung zum grossen Theil nicht aus Fett, sondern aus einem sauerstoffreicheren Stoff, der wohl nur Glycogen sein kann, welches bei Beginn der reichlichen Fütterung nach 4½ tägigem Hunger in dem Körper aufgespeichert wird. An den folgenden Tagen hört die Glycogenbildung auf. Nach den dabei erhaltenen Werthen scheint es, als ob das Eiweiss der Nahrung zu der Gly-

cogenbildung nicht ganz ausreicht und als ob die Kohlehydrate auch dafür zu Hilfe gezogen werden müssen, worüber eben noch weitere entscheidende Versuche angestellt werden. Man ersieht daraus, wie der Respirationsapparat auch über die intermediären stofflichen Vorgänge der Zersetzung im Körper Aufschluss zu verschaffen vermag.

Bei einer Gans sind in 13 Tagen 376 Gramm Kohlenstoff des Futters in den Exkreten nicht wieder zum Vorschein gekommen, also im Körper zum Ansatz gelangt. Nach Berücksichtigung der Glycogenablagerung und der Fettmenge, welche aus dem Darm resorbirt worden ist und der, welche im Maximum aus Eiweiss hervorgegangen sein kann, bleiben noch 346 Gramm Fett übrig. Diese können nur aus den Kohlehydraten der Nahrung erzeugt worden sein; es sind dies 27 Gramm Fett im Tag.

Bei einer anderen kleineren Gans, die weniger Reis frass, gelangten in 4 Tagen 89 Gramm Fett aus Kohlehydraten zum Ansatz, also im Tag 22 Gramm; bei einer dritten Gans in 5 Tagen 82 Gramm, im Tag 16 Gramm.

Nach den Versuchen gingen im Durchschnitte aus der Gesammtmenge des aus dem Darm resorbirten Stärkemehles 17% Fett hervor. Da aber ein Theil der Kohlehydrate zur Deckung der stofflichen Bedürfnisse des Körpers dient und zersetzt wird, so darf man zur Fettbildung nur den über den Bedarf hinausgehenden Antheil derselben heranziehen. Dieser aus der Wärmebildung beim Hunger berechnet, ergiebt einen Werth, dass daraus 30% Fett entstanden sind. Nach der Berechnung von Henneberg können im Maximum aus 100 Gramm Stärkemehl, bei dem Zerfall in sich selbst, unter Abspaltung von 48% Kohlensäure und 11% Wasser 41% Fett hervorgehen.

Man könnte nun die Frage aufwerfen, ob die Pflanzenfresser sich von den Fleischfressern in den Zerfall- und Aufbauprozessen in ihrem Körper darin unterscheiden, dass

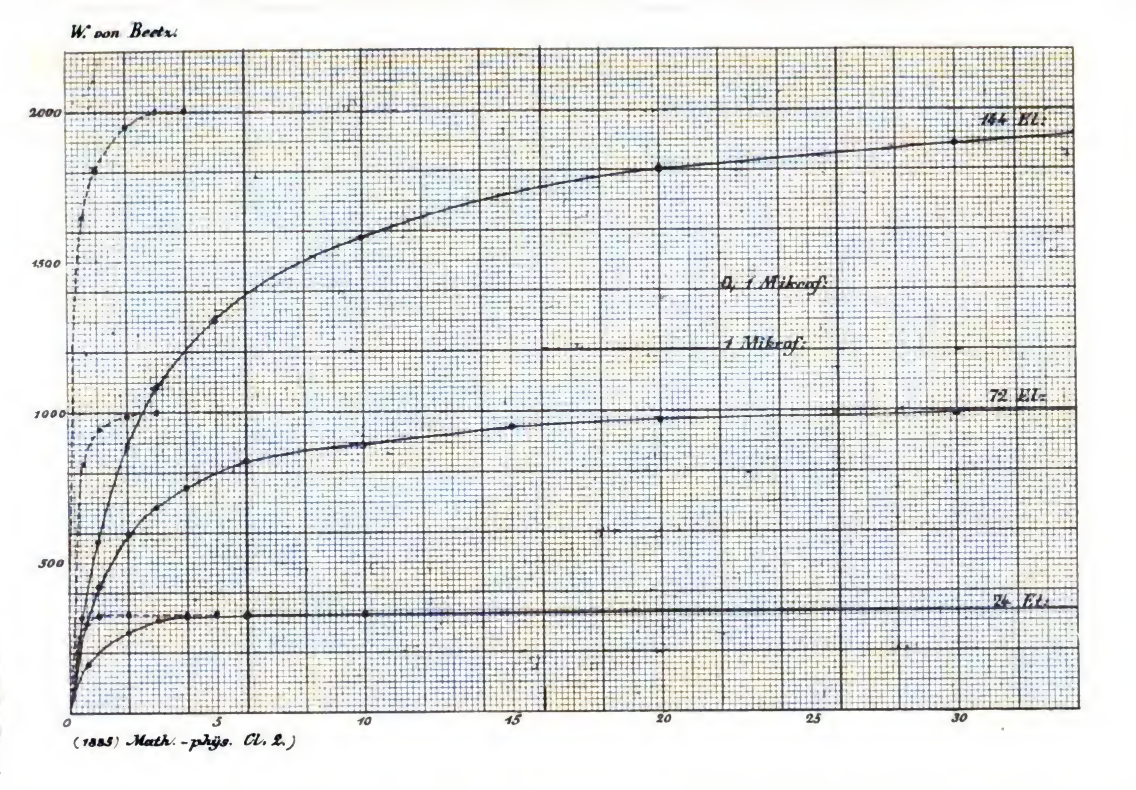
erstere aus Kohlehydraten Fett zu erzeugen vermögen, die letzteren aber nicht. Es wäre damit ein Unterschied gegeben, der über die durch die Verschiedenheiten der Nahrung gesetzten hinausgienge. Man könnte in der That jetzt geneigt sein, einen solchen Unterschied zu machen, nachdem früher Pettenkofer und ich bei einem grossen Hunde nicht im Stande waren eine Bildung von Fett aus Kohlehydraten zu beobachten.

Dr. M. Rubner ist es nun aber schon vor längerer Zeit gelungen, einem kleinen Hunde von 6 Kilo Gewicht mehr Kohlehydrate beizubringen, indem er nur einen Theil derselben als Stärkemehl reichte, den anderen Theil in dem leicht resorbirbarem Zucker, und darnach ebenfalls eine Aufspeicherung von Kohlenstoff im Körper zu beobachten, die nur unter der Annahme einer Fettbildung aus Kohlehydraten zu erklären ist.

Somit wird, wenn man einen grossen Ueberschuss von Stärkemehl neben wenig Fett und Eiweiss bietet, aus ersterem sowohl beim Pflanzenfresser als auch beim Fleischfresser Fett erzeugt. Es muss eine grosse Quantität davon vorhanden sein, ein Ueberschuss über den stofflichen Bedarf hinaus; ist dieser Bedarf daher gross z. B. bei starker Muskelarbeit oder grimmiger Kälte, dann wird kein Fett aus Kohlehydrat mehr angesetzt. Wird weniger Kohlehydrat, aber mehr Fett oder mehr Eiweiss, aus dem sich dann mehr Fett abspaltet, aus der Nahrung resorbirt, dann decken die beiden letzteren den Fettansatz und das Kohlehydrat wird zerstört, indem es das schwerer oxydirbare Fett vor der Zersetzung schützt. Dies ist in der Mehrzahl der Fälle gegeben, wesshalb ich früher weder beim Fleischfresser noch beim Pflanzenfresser aus Kohlehydraten Fett hervorgehen sah; das resorbirte Fett und das aus dem Eiweiss entstandene Fett bildet für gewöhnlich die Hauptquelle des im Thierleib abgelagerten Fettes. Da sich nach Rubner's Untersuchungen

100 Theile Fett und 221 Theile Stärkemehl in Beziehung der Ersparung des Fettes im Körper vertreten, so tritt bei Aufnahme von Fett viel eher der Ueberschuss ein als bei Aufnahme von Kohlehydraten.

Ob diese Fettbildung aus Kohlehydraten in allen Organen stattfindet, oder in einem besonderen Organ z. B. in der Leber, das muss einer weiteren Untersuchung vorbehalten bleiben.


W. von Beetz.
2000
1500
1000
500
0
5
10
15
20
25
30
144 El.
0, 1 Mikrof.
1 Mikrof.
72 El.
24 El.

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 6. Juni 1885.

Herr Vogel legt vor und bespricht eine Arbeit:

„Die Beschaffenheit der Waldluft" von Professor Dr. Ernst Ebermayer.

Vor etwa fünfzig Jahren sind die ersten genaueren quantitativen Bestimmungen des Kohlensäuregehaltes der Atmosphäre ausgeführt worden. Die richtige Erkenntniss der Bedeutung der atmosphärischen Kohlensäure für das animale und vegetabile Leben gab schon zu früher Zeit gegründete Veranlassung zu eingehenden und zahlreichen Untersuchungen in dieser Richtung, namentlich in Deutschland und Frankreich. Nicht nur in Städten und auf dem Lande, auch auf hohen Bergen, in Thälern, Niederungen, über dem Meere, selbst in der Wüste bildete die Untersuchung des Kohlensäuregehaltes der Atmosphäre Gegenstand vielfacher Bearbeitung. Bekanntlich war auch die experimentelle Thätigkeit meines Vaters während seines langjährigen Aufenthaltes in Frankreich diesem interessanten Verhältnisse wiederholt zugewendet (Atmo-

sphère de la mer Baltique. Observation sur la nature de l'atmosphère des mers. Sur les substances accidentelles qui se trouvent dans l'atmosphère). Auffallender Weise war die Untersuchung der Waldluft fast ganz ohne Berücksichtigung geblieben, wenn wir von einer vereinzelt stehenden Arbeit absehen wollen, welche neuerer Zeit (1872) von Reiset in einem jungen gut belaubten Bestande (Dieppe im nördlichen Frankreich) ausgeführt worden ist. Diese Lücke auszufüllen, war meinem geehrten Freunde Professor Dr. E. Ebermayer vorbehalten, — rühmlichst bekannt schon seit langen Jahren durch seine hervorragenden Leistungen auf dem Gebiete der wissenschaftlichen Forstcultur. Es musste umsomehr zeitgemäss und von Wichtigkeit erscheinen, diese Lücke der Forschung durch eine grössere Beobachtungs- und Versuchsreihe endlich auszufüllen, als bekanntlich ganz allgemein die Meinung verbreitet ist, dass die Waldluft wegen ihres geringeren Kohlensäure- und grösseren Sauerstoffgehaltes eine besondere wohlthätige, stärkende Wirkung auf den menschlichen Körper ausübe. Wird ja selbst in der weitverbreiteten „Volksgesundheitslehre" (Dr. Bock in Leipzig) der leidenden Menschheit der Rath ertheilt, „besonders oft frische sonnige Waldluft einzuathmen, die am gesündesten sei, weil die grünen Pflanzentheile beim Sonnenschein Kohlensäure aufnehmen und Sauerstoffgas ausathmen." Die vorliegende Arbeit liefert als Resultat einer mühevollen Durchführung ausgedehnter Versuchsreihen den Nachweis, dass die Kohlensäure zu jenen Nährstoffen gehört, an welchen die Pflanzen niemals Mangel haben und dass daher selbst in den schönsten Waldungen mit üppigem Baumwuchs der Kohlensäuregehalt nicht grösser ist, als in schlechtwüchsigen Beständen. Bei Besprechung der verschiedenen wichtigsten Methoden zur Untersuchung der Kohlensäure in der atmosphärischen Luft gelangte man zu dem wissenschaftlich und praktisch höchst interessanten Resultat, dass die Flaschenmethode durchgehends

höhere Kohlensäuremengen im Gesammtmittel ergab, als die Aspirationsmethode. Dieses durch eine Versuchsreihe von 70 Analysen gewonnene Ergebniss zeigt auf das Entschiedenste die Fehlerquelle der Flaschenmethode hauptsächlich darin, dass das wiederholte öftere Schütteln der Flasche mit dem Barytwasser letzteres das Glas angreift und ein kleiner Theil des Baryts von der Kieselsäure des Glases gebunden wird, wodurch der Baryttiter stetig schwächer wird. Diese Wirkung auf das Glas ist so stark, dass die Flaschen sich schon nach einigen Versuchen stark trüben und selbst nach dem Auswaschen mit Salzsäure matt bleiben. Uebrigens werden nicht alle Glassorten vom Barytwasser gleich stark angegriffen; ebenso liefern die Analysen durchschnittlich um so höhere Resultate, ja länger man das Barytwasser in den Flaschen stehen lässt. Nach den Versuchen des Verfassers dürfte auf das Resultat auch der Umstand nicht ohne Einfluss sein, dass sich beim Füllen der Flaschen mit dem Blasebalg etwas Kohlensäure aus der durchstreichenden Luft an der Oberfläche der Glaswände durch Adhäsion verdichtet und festgehalten wird; denn füllt man eine Flasche mit reiner Kohlensäure und verwendet dieselbe Flasche nach sorgfältigem Auswaschen und Trocknen wieder zu einer Luftanalyse, so ergibt sich fast immer ein grösserer Kohlensäuregehalt als vorher.

Im Grossen und Ganzen ist der Kohlensäuregehalt der Waldluft nicht wesentlich verschieden von dem der Luft auf freiem Felde. Diese durch des Verfassers ausgezeichnete Versuche festgestellte Thatsache kann nicht überraschen; nachdem erwiesen ist, dass selbst die sehr beträchtlichen Mengen von Kohlensäure, welche inmitten der Grossstädte beständig der Luft zugeführt werden, wegen der raschen Vertheilung im grossen Luftmeere keine wesentlichen Veränderungen im Kohlensäuregehalte der Stadtluft herbeiführen können.

Nach klarer Darlegung der Vorgänge, durch welche von der Erdoberfläche aus der atmosphärischen Luft Kohlensäure zugeführt wird, kömmt der Verfasser zur Beantwortung der wichtigen Frage, wie gross die Kohlensäuremenge der gesammten Atmosphäre ist. Die gesammte Atmosphäre enthält mehr als 2353 Billionen kg Kohlensäure, worin nahezu 642 Billionen kg oder 1284 Billionen Pfund Kohlenstoff enthalten sind. Liebig berechnete wie bekannt (1840) für die gesammte Atmosphäre einen Kohlenstoffgehalt von 2800 Billionen Pfund, also mindestens noch einmal soviel als sie wirklich enthält. Es erklärt sich diess dadurch, dass man damals auf Grund der älteren Analysen den Kohlensäuregehalt der Luft für grösser (4 bis 6 Zehntausend Volumtheile) annahm.

Von hohem Interesse und praktischer Bedeutung sind die experimentellen Ergebnisse über den Einfluss der Vegetation auf Zersetzung der atmosphärischen Kohlensäure und hiemit Erzeugung freien Sauerstoffgases. Durch die Arbeiten der Herren v. Pettenkofer und v. Nägeli ist schon bewiesen, dass die Vegetation, nur berücksichtigt in kleinen Dimensionen, z. B. die vielerwähnte Eschenallée, das Halten von Blattpflanzen in bewohnten Räumen etc., auf die Verbesserung der Luft, resp. Sauerstoffausscheidung, durchaus keinen Einfluss ausübt.

So kann denn auch nach des Verfassers Angabe ein kleiner Wald (von 1 ha Grösse) als Verbesserungsmittel für die Luft keinen oder nur sehr geringen Werth haben, denn schon durch vier Personen wird die Einwirkung desselben auf die Luft vollständig ausgeglichen. Eine Heerde von 100 weidenden Schafen verbraucht durch Athmung täglich weit mehr Sauerstoff und gibt viel mehr Kohlensäure ab, als dieser Wald in gleicher Zeit an Sauerstoff producirt. Die Verschlechterung der Luft durch eine grössere Schafheerde ist demnach viel bedeutender, als die Verbesserung derselben durch 1 ha Wald.

Zu einer anderen Vorstellung über den Einfluss der Vegetation auf die Luft gelangen wir allerdings, wenn die Wirkung grosser ausgedehnter Waldcomplexe ins Auge gefasst wird. Da nach Ebermayer's Berechnung 1 ha Wald 11,000 kg Kohlensäure zur Holz- und Blattbildung nothwendig hat, so berechnet sich für das gesammte Waldgebiet Bayerns ein jährlicher Bedarf von ungefähr 29,000 Millionen kg Kohlensäure, dadurch wird durch genannten Waldcomplex eine gleiche Sauerstoffmenge an die Luft abgegeben. Sollte dieser jährliche Kohlensäurebedarf durch Athmen, Kochen und Heizen der Menschen geliefert werden, so wäre dazu mindestens das Doppelte der gegenwärtigen Einwohnerzahl Bayerns nothwendig. Man erkennt hieraus, dass in diesem Falle, von kleineren Verhältnissen ausgehend, die Beurtheilung im Grossen und Ganzen nicht zulässig erscheint. Nach des Verfassers Berechnung athmen die Blätter eines Hektar Waldes während der Vegetationszeit täglich etwa 37 cbm, in 5 Monaten (150 Tagen) 5550 cbm = 7936 kg Sauerstoff aus und der gesammte Waldcomplex Bayerns führt jährlich mehr als 14,000 Millionen cbm oder mehr als 20,000 Millionen kg Sauerstoff der atmosphärischen Luft zu. Wegen dieser sauerstoffproducirenden Eigenschaft der grünen Pflanzen schreibt man der Waldluft fast allgemein eine besonders günstige Wirkung auf die menschliche Gesundheit zu, man hält sich für diese Annahme umsomehr berechtigt, als das individuelle Befinden in den meisten Fällen durch Waldluft auffallend gestärkt erscheint. In Wirklichkeit geht aber die Ausgleichung und Vermischung der Waldluft mit der äusseren Atmosphäre durch Diffussion und Luftbewegung so rasch vor sich, dass weder bezüglich des Kohlensäure- noch des Sauerstoffgehaltes der Luft innerhalb und ausserhalb des Waldes wesentliche Unterschiede wahrnehmbar sind. Es ist daher nach Ebermayer's Forschungen ein grosser Irrthum, zu glauben, die Waldluft wirke wegen grösseren Sauerstoffgehaltes gün-

stig auf körperliches Befinden ein. Die Luft im Walde hat den charakteristischen Vorzug, dass sie frei ist von den oft schädlichen Beimengungen, welche in Städten durch stark verunreinigten Boden, durch Fabrikanlagen vielfach erzeugt werden. Mit Recht macht der Verfasser auf Quellen der atmosphärischen Kohlensäure aufmerksam, — Quellen, welche bisher nicht hinreichend Berücksichtigung gefunden, nämlich:

1) Athmung, Verwesung und Verbrennung,
2) Kohlensäure-Exhalationen aus dem Innern der Erde,
3) Die Grundluft des Bodens als Kohlensäurequelle,
4) Das Meer als Kohlensäurequelle.

Aus vollster Ueberzeugung begrüssen wir vorliegende Arbeit als eine hervorragende Leistung des berühmten Verfassers.

Herr C. Kupffer legt vor und bespricht eine von dem stud. phil. Theodor Boveri im histologischen Laboratorium ausgeführte Arbeit:

„Beiträge zur Kenntniss der Nervenfasern“.

Dieselbe wird in den Denkschriften veröffentlicht werden.

Herr W. von Bezold spricht:

„Ueber Herstellung des Farbendreiecks durch wahre Farbenmischung."

Bekanntlich hat schon Newton nachgewiesen, dass sich die Gesammtheit aller Farbenempfindungen, deren ein gesundes Auge fähig ist, soferne man die Helligkeit nicht in Betracht zieht, beziehungsweise über dieselbe in gewisser Weise verfügt, auf einer Fläche, der sogenannten Farbentafel darstellen lässt.

Will man auch noch die Helligkeit berücksichtigen, so braucht man nur die dritte Dimension zu Hülfe zu nehmen, wie dies zuerst Lambert bei der Construction seines Farbenkegels gethan hat.

Diese Art der Darstellung liefert bei richtiger Vertheilung der einzelnen Farben zugleich einen verhältnissmässig einfachen Ausdruck für das Gesetz der Farbenmischung insoferne sich dasselbe alsdann auf blosse Schwerpunktsconstructionen zurückführen lässt, was ebenfalls schon von Newton angedeutet wurde.

Wie dieses Gesetz durch Herrn v. Helmholtz und Maxwell nach der experimentellen, durch Grassmann nach der mathematischen Seite hin bewiesen wurde, darf ebenfalls als bekannt vorausgesetzt werden.

Wenn nun auch durch diese Untersuchungen das Gesetz in allgemeinen Zügen und in abstrakter Weise festgestellt ist, so hat es doch noch immer hervorragendes Interesse

eine solche Farbentafel in wirklichen Farben ausgeführt zu sehen.

Denn gar nicht zu reden davon, dass die Vorstellung von dem Wesen dieses Gesetzes durch eine solche Ausführung ganz ausserordentlich erleichtert wird, so lassen sich aus einer thatsächlich richtig ausgeführten Farbentafel eine Menge Einzelheiten entnehmen, die man selbst bei Wiederholung der oben angeführten Versuchsreihen doch nie so vollständig überblicken kann. Ja die Herstellung einer grösseren Anzahl richtiger Farbentafeln von verschiedenen Helligkeitsgraden, die dann zusammengenommen den Farbenkegel oder die Farbenpyramide geben würden, wäre sogar für die Technik von hervorragender Bedeutung.

Man hat deshalb auch schon verhältnissmässig bald derartige Versuche gemacht. Da man jedoch hiebei stets von der unrichtigen Voraussetzung ausging, dass Mischung von Farbstoffen und Mischung der entsprechenden Farben gleichbedeutend sei, so konnten auch die erhaltenen Ergebnisse nicht richtig werden.

Selbst von den prachtvoll ausgeführten Farbenkreisen, welche man in dem Werke von Chevreuil findet,[1]) gilt der eben gethane, etwas hart klingende Ausspruch, dass ihnen die eigentliche wissenschaftliche Bedeutung mangle, da auch sie ohne Benutzung des richtigen Farbenmischungsgesetzes und nach nicht einwurfsfreien Methoden ausgeführt sind.

Dieser Mangel springt schon bei dem ersten Blick auf eine solche Tafel in die Augen, da dieselben Gelb und Violett als Ergänzungsfarben enthalten, was bekanntlich unrichtig ist.

Nachdem aber Herr v. Helmholtz durch seine bahnbrechende Untersuchung in diese Fragen Klarheit gebracht hatte,[2]) stellte sich die Aufgabe der Ausführung einer wirk-

1) Mém. de l'Acad. XXXIII. 1861.

2) Müller, Archiv f. Anat. u. Physiol. 1852. S. 461—482.

lich wissenschaftlich richtigen Farbentafel als so schwierig dar, dass man sich begnügte, entweder nur die Farbnamen in ein Diagramm einzuschreiben oder bei Anwendung von Farbendruck ein blos angenähertes Bild zu geben, das auf nichts weiter Anspruch machen sollte als auf eine Unterstützung des Vorstellungsvermögens.[1])

Ich habe zwar selbst einmal einen Versuch gemacht eine wirklich richtige Farbentafel herzustellen, und habe zu dem Zwecke ein eigenes Instrument construirt,[2]) bei welchem die Doppelbrechung zur Farbenmischung benutzt wird, sowie eine Methode angegeben,[3]) um Pigmentfarben mit Spektralfarben zu vergleichen, musste jedoch wegen anderer Arbeiten die Sache liegen lassen.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Herstellung einer solchen Tafel in grösseren Dimensionen, die sehr vielen Nuancen Aufnahme gewähren würde, für das Studium der Gesetze der Farbenempfindung von grösstem Interesse wäre.

Leider kann man nur dann mit Hoffnung auf Erfolg an die Ausführung gehen, wenn man über eine ganz enorme Zahl farbiger Muster von gleichem Materiale verfügt, da Auftragen mit dem Pinsel, wie ich mich überzeugte, nur unvollkommen zum Ziele führt.

Man müsste sich jedoch selbst dann noch begnügen, eine solche Tafel in einem oder in wenigen Exemplaren herzustellen, da an eine Vervielfältigung derselben nach den bekannten Methoden nicht gut gedacht werden kann.

Wenn ich oben behauptete, dass die Ausführung einer

---

1) Dies gilt z. B. auch von den technisch sehr hübsch ausgeführten Farbenkreisen meiner Farbenlehre. Braunschweig 1874 und Boston 1876.

2) Sitzungsb. d. k. b. A. d. W. S. 206—112 od. Pggdff. Ann. Bd. 158 S. 606—612.

3) Sitzungsb. d. k. b. A. d. W. f. 1876 S. 1—5 od. Pggdff. Ann. Bd. 158 S. 165—169.

solchen Farbentafel von hervorragender Bedeutung wäre, so gründet sich dies auf die folgenden Betrachtungen:

Erstens würde man dadurch in den Stand gesetzt die von Herrn v. Helmholtz gemachten Bestimmungen über die complementären Farben zu verificiren, wenn man nach der oben angeführten Methode den Farbenton der in der Tafel enthaltenen Farben auf bestimmte Stellen im Spectrum beziehen würde, da sich eben nur nach diesen Messungen[1]) sowie nach den sich daran anschliessenden ähnlichen Untersuchungen die Stellung der einzelnen Farbentöne am Rande der Farbentafel ermitteln lässt.[2])

Ferner würde man dadurch mit einem Blicke die scheinbaren Sättigungsverhältnisse der Mischfarben übersehen können, ein Punkt, der nach den Untersuchungen von J. J. Müller für die physiologische Erklärung des Mischungsgesetzes von höchster Bedeutung ist.[3])

Diese scheinbaren Sättigungsverhältnisse hängen nämlich auf's engste zusammen mit der Gestalt der Farbentafel, welche wie bereits Young angedeutet und Herr v. Helmholz streng nachgewiesen hat unter der Annahme dreier physiologischer Grundfarben, keine Kreisform besitzen kann, sondern sich der eines Dreiecks nähern muss.

Geht man nämlich von drei objectiven Grundfarben aus, wofür man die sattesten des betreffenden Tones auswählen wird und stellt man nun, natürlich immer durch wahre Farbenmischung, aus diesen alle erdenklichen Mischfarben her, so müssen diese ihre Stelle sämmtlich innerhalb des Dreiecks finden, das durch die Punkte der drei Grundfarben bestimmt ist. Haben nun die auf den Seiten des Dreiecks liegenden Mischfarben geringe (subjective) Sättigung, und

1) Pggdff. Ann. Bd. 94. S. 1—28. 1855.

2) Vgl. auch: v. Bezold: Ueber das Gesetz der Farbenmischung u. s. w. in Pggdff. Ann. Bd. CL S. 71—93 u. S. 221—247.

3) Pggdff. Ann. Bd. 139 S. 411—431 und S. 593—613

giebt es Farben gleichen Tones, welche noch satter erscheinen, dann sind die letzteren ausserhalb dieses Dreieckes unterzubringen und können alsdann die gewählten Grundfarben nicht als physiologische Grundfarben betrachet werden. Kann man dagegen drei Farben ausfindig machen, welche der Bedingung genügen, dass sich innerhalb des von ihnen gebildeten Dreiecks oder wenigstens ohne zu bedeutendes Ueberschreiten desselben die Gesammtheit aller Farben unterbringen lässt, dann hat man darin einen der kräftigsten Belege für die Richtigkeit der Young-Helmholtz'schen Theorie.

Ein dritter Punkt endlich, der in einer solchen Farbentafel von selbst Berücksichtigung finden würde, bezieht sich auf gewisse Ausnahmen von dem Mischungsgesetze, wenigstens von der meist üblichen Auffassung dieses Gesetzes.

Zieht man nämlich von dem Rande der Farbentafel d. h. von einer Stelle an der sich eine möglichst gesättigte Farbe irgend eines bestimmten Tones befindet, eine Gerade nach dem weissen Centrum der Tafel, so liegen auf dieser Geraden alle Farben, welche sich durch Mischung der betreffenden gesättigten Farbe mit Weiss herstellen lassen. Man sagt von allen diesen Mischfarben, sie gehörten demselben Farbentone an. Man darf dies jedoch nur im physikalischen Sinne thun, d. h. man darf allenfalls eine solche Bezeichnung durch Definition festsetzen, vom physiologischen Standpunkte aus d. h. unter Berücksichtigung des subjectiven Eindruckes ist dies nicht allgemein gültig. Für die Mehrzahl der gesättigten Farben, nämlich für die zwischen Orange und Cyanblau (Türkisenblau) gelegenen des Spectrums erhält man freilich durch Mischung mit Weiss Farben, in welchen man den Ton der betreffenden gesättigten Farbe leicht wieder erkennt, dies gilt jedoch nicht mehr von den an den Enden des Spectrums befindlichen Farben Roth und Violett ja selbst noch von Blau. Mischungen dieser Farben mit Weiss führen zu Mischfarben, welche stets etwas nach Purpur hin

verschoben erscheinen, so dass man z. B. eine Mischung von Ultramarin und Weiss, — ich denke hier natürlich nie an Mischung der Farbstoffe — stets als blassviolett bezeichnen wird und nicht als blassblau. Durch Mischung von Violett oder Roth mit Weiss aber erzielt man Töne, welche als Blasspurpur erscheinen, beziehungsweise einen entschiedenen Stich in's Rosenroth zeigen.

Man übersieht dies sehr leicht, wenn man aus dem Skalenfernrohre eines gewöhnlichen Spectralapparates die Skala herausnimmt und durch eine davor gehaltene passend beleuchtete weisse Fläche ersetzt. Alsdann bemerkt man sofort, dass beide Enden des abgeblassten Spectrums einen Stich in's Purpurne (Rosenrothe) zeigen.

Will man deshalb in der Farbentafel, die sämmtlichen Mischfarben, welche dem subjectiven Eindrucke nach dem gleichen Tone angehören, durch Linien verbinden, die sich natürlich alle in dem Punkte des Weissen treffen müssen, so sind diese Linien nur zum Theil gerade, nämlich nur, wenn sie nach den den mittleren Theilen des Spectrums angehörigen Farben führen; je mehr man sich den Grenzen des Spectrums nähert, um so mehr krümmen sie sich, indem sie die concave Seite dem Purpur und dessen Mischungen mit Weiss zuwenden.

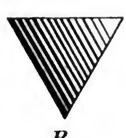
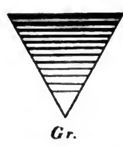
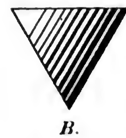
Purpur mit seinen blassen Abstufungen nach dem Weiss hin nimmt mithin ein verhältnissmässig grösseres Stück der Farbentafel ein als die übrigen Farbentöne, ein Stück das etwa eine lanzettförmige Gestalt hat.

Die grosse Bedeutung, welche demnach einer wirklich richtig ausgeführten Farbentafel zukommt, veranlasste mich, nachdem ich die mosaikartige Herstellung mit Hülfe gefärbter Körper aufgeben musste, einen anderen Weg einzuschlagen, um wenigstens in gewissem Sinne das gleiche Ziel zu erreichen.

Der leitende Gedanke war der folgende:

Gesetzt man habe drei gleichseitige Dreiecke, deren jedes von der Spitze nach der Basis hin abschattirt ist, wie beistehende Figur zeigt, jedoch so, dass in jedem eine andere Ecke als Spitze erscheint. Die Schattirung sei so vorgenommen, dass die Helligkeit der Entfernung von der Basis proportional ist, d. h. dass in der Spitze jeweils das Helligkeitsmaximum, das ich als Einheit nehmen will, herrsche, an der Basis die Helligkeit 0, in halber Höhe die Helligkeit $^1/_2$ u. s. w.

Fig. 1.

R. *Gr.* *B.*

Würde man nun diese drei Dreiecke einfach in Weiss und Schwarz ausgeführt optisch über einander lagern, was sich z. B. durch Spiegelung an unbelegten Glasplatten erreichen lässt, so müsste das resultirende Dreieck gleichmässig grau erscheinen.

Wäre jedoch das eine der Dreiecke von rothem, das andere von grünem und das dritte von blauem Lichte erleuchtet, so müsste man durch Uebereinanderlagerung das Farbendreieck erhalten, wie es sich eben aus den gewählten Grundfarben bilden lässt.

Dabei entspräche das Bild bei Anwendung der oben genannten Helligkeitsverhältnisse genau den Regeln der Schwerpunktsconstruction wie sie von Newton aufgestellt wurden, d. h. genau dem Mischungsgesetz.

Die optische Uebereinanderlagerung dreier solcher Dreiecke wurde nun auf folgende Weise erreicht:

Innerhalb eines gleichseitigen Prisma's aus schwarzgebeiztem Holze befinden sich drei sehr dünne Spiegelglasplatten,[1]) welche um 45° gegen die Axe des Prisma's geneigt sind. Die Neigungsebenen unter sich bilden Winkel von 120°, so dass ein in der Axe des Prisma's befindliches Auge von jedem der hinter einander liegenden Spiegel eine andere Seite des Prisma's gespiegelt sieht. Das Prisma selbst ist an beiden Enden geschlossen, doch befindet sich in der einen Verschlussplatte eine Oeffnung zum Hineinsehen. In diese ist überdies ein Ocularrohr, jedoch ohne Linse eingesteckt, um den Augenort zu fixiren.

Die Gesammtlänge des Prisma's beträgt bei meinem Apparate 45 cm, die Seitenlänge der dreieckigen Basis 9 cm. im Lichten.

Bringt man nun in den Seiten des Prisma's dreieckige Oeffnungen an von solcher Grösse und Lage, dass sie nach der Spiegelung an den betreffenden Platten in dem durch das Ocularrohr fixirten Augenorte gleich gross erscheinen und einander decken, so handelt es sich nur noch um passende Beleuchtung der drei Oeffnungen durch farbiges Licht und um entsprechende einseitige Verdunkelung derselben (Abschattirung).

Freilich sieht man nicht sämmtliche dreieckige Oeffnungen gleich deutlich, da sie in verschiedenen Entfernungen zu liegen scheinen und man nicht gleichzeitig für diese accommodiren kann, doch stört dieser Umstand nicht, da ein dreieckiges Diaphragma, welches sich möglichst nahe vor der dem Beobachter nächstliegenden spiegelnden Platte befindet, das Bild von 3 Seiten her ein wenig einschränkt und die Zerstreuungsbilder abblendet.

1) Drei unbelegte Spiegelplatten wurden meines Wissens auch schon einmal von Herrn E. Albert zur Mischung von drei Farben angewendet, jedoch nicht in der gleichen Weise, überhaupt nicht zur Herstellung des Farbendreiecks.

Die Beleuchtung der drei Dreiecke durch farbiges Licht wurde nun auf folgende Weise erzielt:

Vor jeder der drei Oeffnungen befindet sich in einiger Entfernung ein weisser Karton der unter 45⁰ gegen die entsprechende Prismenfläche geneigt ist, so zwar, dass durch Licht, welches parallel der Axe einfällt, die sämmtlichen weissen Schirme gleich stark beleuchtet werden. Deckt man demnach die Oeffnungen wechselweise zu, so dass immer nur eine frei bleibt, so erblickt man jedesmal ein weisses Dreieck von der nämlichen Helligkeit.

Für den oben näher bezeichneten Zweck hat man aber abschattirte Dreiecke nöthig. Um dies zu erreichen, legte ich immer schmälere Streifen dünnen Pauspapieres übereinander, so dass in jeder der dreieckigen Oeffnungen eine Ecke frei blieb, aber von da ab gegen die gegenüber liegende Grundlinie zu und dieser parallel immer dickere Schichten folgten, bis ganz nahe an dieser Linie ein vollkommen undurchsichtiger Streifen eine totale Abblendung bewirkte.

Hätte man Papier von ganz richtiger Durchsichtigkeit zur Verfügung, so müssten bei richtiger Wahl der Lage der frei bleibenden Ecken die drei Bilder durch Uebereinanderlagerung eine gleichmässig erleuchtete schwach graue Fläche liefern.

Bringt man nun vor die drei Oeffnungen farbige Gläser, so erhält man eine richtige Farbentafel, die um so farbenreicher ist, je glücklicher die Farbentriade gewählt ist.

Man kann also hier bei genügender Auswahl an farbigen Gläsern höchst einfach herausprobiren, welche drei Farben mit meistem Rechte den Anspruch erheben können, als Grundfarben betrachtet zu werden.

Durch die Gefälligkeit des in der Kunstwelt rühmlichst bekannten Glasmalers Herrn Burkhardt in München befand ich mich in der glücklichen Lage aus einer sehr reichhaltigen Musterkarte von farbigen Gläsern auswählen zu können.

Das Ergebniss sprach in hervorragendster Weise zu Gunsten der Young-Helmholtz'schen Farbentriade.

Ein rothes Ueberfangglas, das nach meiner oben erwähnten Vergleichsmethode einem Tone zwischen B und C nahe bei C des Spectrums entsprach, ein grünes Glas von einem Tone zwischen b und E und ein blaues Cobaltglas, welches in die Gegend von G nach der blauen Seite hin zu stehen kam, lieferten eine äusserst vollständige Farbentafel,[1]) während bei Wahl der zwischenliegenden Töne: Purpur, Gelb und Türkisenblau das Ergebniss ein geradezu klägliches ist.

Auch Roth, Blau und Gelb giebt, wie schon Herr v. Helmholtz aus seinen Versuchen folgerte, eine arme Farbentafel, in der das Grün mit den benachbarten Abstufungen vollkommen mangelt.

Man besitzt demnach in dem eben beschriebenen Apparat ein ungemein einfaches Mittel zur Orientirung über die sogenannten Grundfarben.

Zugleich aber lassen sich, wie schon angedeutet, noch sehr verschiedene andere Verhältnisse leicht übersehen.

Es wurde oben bemerkt, dass zur Erzielung einer Farbentafel, welche den Bedingungen des Schwerpunktsatzes entspricht, die Abschattirung so vorgenommen werden müsste, dass nach Entfernung der farbigen Gläser das durch Uebereinanderlagerung der drei Bilder erhaltene Dreieck vollkommen gleichförmig weiss erscheine. Diese Bedingung ist mit dem

---

1) Diese drei Töne entsprechen demnach genau jenen Stellen des Spectrums an welchen ich in der Abhandlung „über das Gesetz der Farbenmischung" aus theoretischen Gründen die Grundfarben glaubte suchen zu müssen. Ich war über diese Uebereinstimmung selbst sehr erstaunt, da ich die Auswahl der drei Gläser und die Bestimmung ihrer Farbentöne traf, ohne mich von jenen theoretischen Betrachtungen, an die ich mich kaum mehr erinnerte, irgendwie beeinflussen zu lassen.

von mir angewendeten Hülfsmittel nur schwer erfüllbar und führt sogar, wenn man sich ihr zu nähern sucht, zu einem Resultate, das man vielleicht nicht erwartet hat.

Die Farbentafel wird nämlich in diesem Falle nicht so reich als wenn man in gewissem Sinne von der erwähnten Bedingung abweicht.

Unter der Erfüllung dieser Bedingung treten nämlich die gewählten Grundfarben im Innern des Dreiecks nur mit Bruchtheilen ihres Gewichtes auf, im Schwerpunkte jede nur mit $^1/_3$. In diesem Falle aber fehlt sowohl richtiges Weiss als gesättigtes Gelb.

Diese beiden letzteren Empfindungen hat man nur, wenn die einzelnen Componenten mit vollem Gewichte in die Mischung eintreten, d. h. wenn die Mischung heller ist als jede der Componenten.

Es bedarf eben jede bestimmte Farbe einer ganz bestimmten Helligkeit um ihren specifischen Eindruck voll zur Geltung zu bringen, d. h. um gesättigt zu erscheinen.[1])

Gerade dies war der Grund, weshalb ich schon früher vorgeschlagen habe, hinsichtlich der Sättigung von der Helmholtz'schen Definition abzuweichen, und der geringeren oder grösseren Beimischung von Weiss, welche Herr v. Helmholtz als „Sättigungsgrad" bezeichnet, lieber die Bezeichnung der „Reinheit" zu geben, eine Definition, nach welcher die Spectralfarben zwar sämmtlich als reine Farben zu bezeichnen sind, aber nur dann als gesättigte, wenn sie eben die richtige Helligkeit besitzen.

Die Sättigung ist nach dieser Auffassung wesentlich physiologischer, die Reinheit aber rein physikalischer Natur.

In wie eigenthümlicher Weise der Eindruck der Sättigung von der Helligkeit abhängt und wie eigenartig wir anderseits die Helligkeit beurtheilen, diess lässt sich mit Hülfe

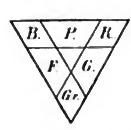
---

1) Vgl. E. Albert. Wiedem. Ann. Bd. 16. S. 129—160.

des beschriebenen Apparates und zwar sogar bei besonderer Vereinfachung desselben leicht übersehen.

Wendet man nämlich an den drei Oeffnungen einfach dunkle Schirme in der Art an, dass in jedem der drei Dreiecke an einer Seite ein Streifen bis auf ein Viertel der Höhe vollständig abgeblendet wird, während die gegenüberliegende Ecke bis über den Mittelpunkt des Dreieckes ganz frei bleibt, so erhält man ein Bild wie Fig. 2, in welchem die Ecken von den drei Grundfarben, die zwischenliegenden trapezförmigen Stücke von den Mischfarben zu zweien eingenommen werden, die Mitte dagegen die Mischfarbe der drei gewählten Grundfarben liefert.

Fig. 2.



Diese Mischfarben sind bei Anwendung der oben angeführten den Young-Helmholtz'schen Grundfarben möglichst nahe kommenden Gläser: Gelb, Türkisenblau[1]) und Purpur, und zwar hat jedes die physikalische Helligkeit gleich der Summe der beiden Componenten.

Dabei erscheint jedoch bei genügender Gesammthelligkeit das Gelb sehr satt aber nicht besonders hell, nur wenig heller als die beiden Rauten, welche die Componenten zeigen, Türkisenblau und Purpur dagegen blass und erheblich heller als die beiden Componenten.

Das mittlere Dreieck erscheint bei richtiger Stellung der weissen Cartons weisslich, zur Erzielung von recht intensivem Weiss müsste die Helligkeit jedoch noch grösser sein als sie durch die Summe der Componenten erhalten wird.

Will man satteres Purpur erhalten, so muss man die Gesammthelligkeit so herabstimmen, dass nur mehr bräunliches Gelb erscheint.

---

1) Ich wähle gerne die Bezeichnung Türkisenblau anstatt Cyanblau, weil sie allgemeiner verstanden wird.

Bis zu einem gewissen Grade erhöht eine verminderte Helligkeit auch die Sättigung des Türkisenblau, doch bleibt letzteres immer ziemlich blass, wie man ja auch unter allen existirenden farbigen Körpern vergeblich nach einem Repräsentanten sucht, der diesen Ton satt wiedergiebt und wie selbst im Spectrum die Gegend um F immer einen minder gesättigten Eindruck macht.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass bei Ausführung der Farbentafel nach dem Grundsatze, dass die mittlere Helligkeit überall die gleiche sei[1]), unmöglich alle gesättigten Farbenempfindungen in derselben vorkommen können, man wird sie vielmehr nur in der Pyramide unterbringen können, welche man erhält, wenn man sich in einiger Entfernung oberhalb des Schwerpunktes des Dreiecks das Schwarz angebracht denkt und durch diesen Punkt und die Seiten des Dreiecks Ebenen legt. Die gesättigten Farben werden alsdann auf krummen Linien liegen, wobei die das Gelb enthaltende die concave, die beiden anderen aber die convexe Seite der schwarzen Spitze zukehren.

Dies sind die wesentlichsten Resultate, welche sich mit dem Apparat in der gegenwärtigen Form erzielen lassen, abgesehen von seiner Bedeutung als Demonstrationsapparat, die nicht zu unterschätzen sein dürfte, besonders da man durch einfaches Decken der einen oder anderen Oeffnung sofort die Farbentafel eines Farbenblinden erhalten kann.

Ich zweifle nicht, dass der Apparat noch grosser Vervollkommnung fähig ist und habe deshalb auch unterlassen eine Abbildung davon zu geben, wie ich überhaupt mit der Veröffentlichung gezögert hätte, wenn ich nicht wegen Uebernahme anderweitiger Verpflichtungen befürchten müsste,

1) Immer vorausgesetzt, dass die Helligkeit der drei Grundfarben die gleiche sei, was natürlich immer eine mehr oder minder willkührliche Annahme in sich schliesst.

wenn überhaupt je, so doch erst nach Jahren, den Gegenstand wieder aufnehmen zu können.

Als Mangel desselben erscheint mir erstens die Schwierigkeit, vollkommen gleich starke Beleuchtung der drei weissen Cartons zu erzielen; auch die gesetzmässige Abschattirung der drei Bilder lässt sich auf die angegebene Weise nur annäherungsweise erreichen, und würden keilförmig geschliffene Rauchgläser in dieser Hinsicht wohl viel vorzüglicheres leisten.

All' diese Mängel hoffte ich zu beseitigen durch eine vollständig andere Methode der Uebereinanderlagerung der drei Bilder und zwar durch Anwendung einer sehr stumpfen dreikantigen Pyramide aus Glas mit ebener Basis.

Eine solche Pyramide, deren Seitenflächen mit der Grundfläche nur Winkel von wenigen Graden bilden, liefert bei senkrechtem Aufblicke auf die Grunfläche oder auf die Spitze drei Bilder eines dahinter gelegenen Gegenstandes.

Bringt man nun in einem dunklen Schirme drei dreieckige Oeffnungen von gleicher Grösse an, so sieht man neun Bilder, von denen man bei passender Entfernung vom Schirme die drei mittleren zur Deckung bringen kann.

Setzt man alsdann vor diese Oeffnungen drei gleiche keilförmig geschliffene Rauchgläser und ausserdem die oben erwähnten farbigen Gläser (oder in diesem Falle auch farbige Flüssigkeiten), so muss sich die Herstellung der Farbentafel in viel vollkommenerer Weise verwirklichen lassen.

Da sich überdies die genannte Pyramide innerhalb eines Fernrohres anbringen lässt, so muss es möglich sein, mit kleineren Dimensionen der Oeffnungen dasselbe Ziel zu erreichen wie oben. Desgleichen muss man auch im Stande sein mit diesem Hülfsmittel unter passender Verwendung von Linsen die Tafel auf eine weisse Fläche zu projiciren. Es wäre bei Anwendung dieser Pyramide sogar die Benutzung von Spectralfarben zur Beleuchtung der drei Oeffnungen nicht ausgeschlossen.

Da es mir, wie schon bemerkt, kaum möglich sein wird, die Sache selbst weiter zu verfolgen, so wollte ich wenigstens meinen Plan nicht unterdrücken, um vielleicht den einen oder anderen Forscher zur Fortsetzung der Arbeit anzuregen.

Es handelt sich dabei natürlich nur um einen Ausbau in's Einzelne. Die Hauptergebnisse lassen sich jedoch auch mit dem bisher benutzten Apparate übersehen und gipfeln in einer unleugbaren Bestätigung der Young-Helmholtz'schen Theorie.

Dabei erblicke ich das Wesen dieser Theorie in der Annahme, dass es drei physiologische Grundfarben oder Grundempfindungen giebt, und dass diese dem Roth, Grün und einem dem Violetten nahestehenden Blau entsprechen.

Zugleich scheint mir der Ausbau dieses Grundgedankens sehr wohl eine Annäherung an die Hering'sche Auffassung zu gestatten, ohne dass man deshalb genöthigt wäre, dieselbe mit all' ihren Einzelheiten und theilweise sehr kühnen Voraussetzungen und Folgerungen anzunehmen.

Eine solche Annäherung ist aber seit der Entdeckung des Sehpurpurs und des Optogramms beinahe geboten, und ist es wohl nur der Rücksicht auf diese Verhältnisse zu danken, dass Hering's Theorie überhaupt Anhänger finden konnte.

Diese Theorie stützt sich bekanntlich auf die Annahme, dass in der Netzhaut Zersetzungen und Wiederbildungen oder wie Hering sagt, Dissimilationen und Assimilationen eintreten, die alsdann erst ihre Wirkungen auf die Nervenendigungen äussern.

Bei der Verfolgung dieses Grundgedankens kommt jedoch Hering zu einer weiteren Annahme, welche ich für durchaus irrthümlich halten möchte.

Hering betrachtet nämlich diese beiden Vorgänge, nämlich die Dissimilation und Assimilation, wenn auch dem

Sinne nach entgegengesetzt, so doch in der Intensität ihrer Wirkung auf die Nerven als vollkommen gleichwerthig, so dass er bei den von ihm angenommenen Grundempfindungen des Blau-Gelb und Roth-Grün[1]) sogar die Frage offen lässt, welche Farbenempfindung in jedem der Paare der Dissimilation und welche der Assimilation entsprechen.

Diese Annahme der Gleichwerthigkeit von Dissimilation und Assimilation entbehrt meines Erachtens nicht nur jeder Analogie in den übrigen physiologischen Vorgängen, sondern führt auch gerade in der Lehre von der Lichtempfindung Folgerungen ein, die mit den Thatsachen schwer vereinbar sind.

Weit natürlicher gestaltet es sich meines Erachtens, wenn man die Annahme macht: Auf der Netzhaut befinden sich Substanzen, welche durch den Einfluss des Lichtes zersetzt werden (Dissimilation) und welche sich in der Dunkelheit oder unter dem Einfluss schwachen oder andersfarbigen Lichtes allmällig wieder bilden. (Assimilation.)

Die Zersetzung erfolgt um so reichlicher und rascher, je intensiver das wirkende Licht ist, die Wiederbildung immer nur allmälig. Es kann sich deshalb auch die Empfindung der durch das Licht hervorgerufenen Zersetzungen (die objective Lichtempfindung)

---

1) Dass nicht Roth sondern Purpur die Ergänzungsfarbe von Grün ist, dies mag nur nebenher erwähnt werden. Freilich fällt damit auch eine der Hauptstützen, welche Hering gerade für die Wahl dieser Paare anführt, nämlich dass die vier Componenten lauter Farben sein sollen, welche der „unbefangene Beobachter" als einfache ansieht. Vom Purpur kann man dies gewiss nicht behaupten, da die Bezeichnung dieser Töne im Allgemeinen eine unsichere ist, und man nicht selten den Purpur als ein bläuliches Roth bezeichnen hört, wollte man aber Roth in dem genannten Paare festhalten, dann müsste man als Ergänzungsfarbe „Blaugrün" wählen, das schon durch seinen Namen verräth, dass es der oben genannten Bedingung nicht entspricht.

ausserordentlich hoch ja bis zum Schmerze steigern, während die Wiederbildung nur zu viel schwächeren Reizen Veranlassung giebt.

Analoga für diese Auffassung sind leicht und reichlich zu finden. In allen Organen kann durch gewaltige Anstrengung oder sehr starke Reize rasche Ermüdung eintreten, Ermüdung die ja z. B. beim Muskel auch nichts anderes als Folge von Zersetzungen ist, während die Erholung, d. h. die Wiederbildung immer nur langsam von statten geht und sich nie über eine enggezogene Grenze hinaus beschleunigen lässt.

Dabei kann leichte oder veränderte Inanspruchnahme die Erholung des ermüdeten Organes rascher fördern als vollständige Ruhe, wie dies insbesondere bei der Gehirnthätigkeit der Fall ist, wo Abwechselung, sogenannte Zerstreuung, oft am allergünstigsten wirkt.

Das eigenthümliche Verhalten grauer Flächen bei Contrastversuchen scheint darauf hinzuweisen, dass auf der Netzhaut ähnliche Verhältnisse obwalten.

Präcisirt man die eben in den Hauptzügen entworfenen Anschauungen dahin, dass man annimmt, es seien auf der Netzhaut drei Substanzen vorhanden, von denen die eine vorzugsweise durch rothes, die andere durch grünes und die dritte durch blaues Licht zersetzt werde, während Einwirkung anders farbigen Lichtes eben eine gleichzeitige Zersetzung von zwei oder drei der genannten Substanzen bewirkt und dadurch auch zu Wahrnehmungen Veranlassung giebt, welche sich von jenen der Grundfarben mehr oder weniger entfernen, so erklärt sich daraus das Farbenmischungsgesetz genau ebenso wie nach der Young-Helmholtz'schen Hypothese. Zugleich aber bietet diese Formulirung Vortheile bei Erklärung der Irradiation, des simultanen und nachfolgenden Contrastes.

Hat man z. B. eine begrenzte weisse Fläche stark fixirt und blickt man dann auf eine graue, so geht anfangs gleich

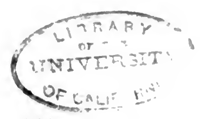
nach dem Aufhören des Reizes die Zersetzung noch fort, man hat ein positives Nachbild. Bald hat aber diese ihr Ende erreicht und nun scheint die Stelle dunkler, weil das Licht hier weniger Stoff zur Zersetzung mehr vorfindet, als in der Nachbarschaft. Blickt man dagegen auf eine schwarze Fläche, so erscheint die Stelle tiefer schwarz als die Umgebung, weil dort die Wiederbildung lebhafter ist als ringsherum, ähnlich wie man nach der Ermüdung nun auch der Empfindung der Ruhe fähig ist, eine Empfindung, die jedoch nie so positiv auftritt wie die eines Reizes. Ebenso ist die Empfindung des tief Schwarzen, wie sie durch den angegebenen Versuch sich erzeugen lässt, doch nie so intensiv wie jene des Lichtes sein kann, was einfach aus der Thatsache hervorgeht, dass das Schwarz vielfach gar nicht als Empfindung angesehen wird.

In ähnlicher Weise würde sich der simultane Contrast am Rande einer weissen und schwarzen Fläche erklären.

Die Erscheinungen der Irradiation aber fordern nämlich die ganz natürliche Annahme, dass ein Uebergreifen der Zersetzungen von einer gereizten Stelle auf die nicht gereizten, d. h. ein Austausch der Sehsubstanzen stattfinde.

Wird nun ein Netzhautgebiet durch weisses Licht gereizt, während dicht nebenan kein oder nur geringer Reiz erfolgt, so wird von den benachbarten geschützten Stellen unzersetzte Substanz überströmen nach den gereizten und das weisse Licht wir deshalb an der Grenze stets mehr Substanz zur Zersetzung vorfinden als im Innern einer ausgedehnteren weissen Fläche, und daher der scheinbar hellere Rand; ebenso wird auf der geschützten Seite dieses Randes gerade wegen des Abfliessens fortgesetzte stärkere Wiederbildung eintreten müssen und deshalb die schwarze Fläche am Rande dunkler erscheinen als im Innern.

Die Uebertragung dieser Betrachtungen, welche sich auf den Fall der gleichzeitigen Zersetzung oder Wiederbild-



ung der drei Sehsubstanzen beziehen, auf jene Fälle, wo nur eine oder zwei derselben zersetzt oder wiedergebildet werden, d. h. auf die Fälle des farbigen Contrastes, scheint so einfach, dass sie jeder leicht selbst machen kann.

Vor Allem aber dürfte diese Auffassung geeignet sein, die Eigenthümlichkeiten zu erklären, welche eigentliche Blendungsbilder zeigen, je nachdem man abwechselnd den Blick auf hellere oder dunklere Flächen richtet. Das farbige Abklingen der Nachbilder dürfte sich hiebei aus dem Umstande erklären, dass Zersetzung und Wiederbildung der drei hypothetischen Substanzen ungleich rasch von statten geht.

Selbstverständlich gehen alle diese Erklärungen im Grunde genommen auf dasselbe hinaus, wie jene, welche die sogenannte Ermüdung zu Hülfe nehmen, ist doch die Annahme von der Zersetzung bestimmter Substanzen unter dem Einflusse eines Reizes und der Wiederbildung nach dem Aufhören desselben eigentlich nichts anderes als eine bestimmte Vorstellung von den Vorgängen der Ermüdung und Erholung.

Ob man neben der Annahme von den drei den Grundfarben entsprechenden Sehsubstanzen nun auch noch dreierlei Arten Nervenfasern annehmen muss, von denen jede nur für die Zersetzung einer dieser Substanzen empfänglich ist, oder ob es denkbar ist, dass durch verschiedenartige Reizung der Nervenendigungen ein und derselben Faser die drei verschiedenartigen Empfindungen vermittelt werden, dies ist eine Frage, welche das Grundprincip der spezifischen Sinnesenergieen so nahe berührt, dass ich sie lieber offen lassen möchte.

Eine mehr in's Einzelne gehende Verfolgung der zuletzt gemachten Andeutungen würde hier viel zu weit führen, habe ich doch den durch die Ueberschrift dieses Aufsatzes gegebenen Rahmen ohnehin schon beträchtlich überschritten.

Es schien mir jedoch wichtig, darzulegen, dass die Eingangs beschriebenen Versuche mit einer durch wahre Farbenmischung dargestellten Farbentafel durchaus zu Gunsten der Young-Helmholtz'schen Theorie ausfallen.

Nicht minder aber wichtig schien es mir nachzuweisen, dass diese Theorie ihrem innersten Wesen nach sehr wohl vereinbar ist mit der Annahme von Sehsubstanzen, welche durch die Einwirkung des Lichtes zersetzt werden und dass man sie sehr wohl jenen Vorstellungen anpassen kann, zu welchen man durch die Entdeckungen von Boll und Kühne beinahe gezwungen ist.

Herr A. Vogel trägt vor:

„Ueber den Sauerstoffgasgehalt der Waldluft."

In der vorigen Sitzung habe ich die Ehre gehabt, der hohen Classe über die Ebermayer'schen Versuche „die Beschaffenheit der Waldluft" betreffend, Bericht zu erstatten. Nach den Resultaten jener Arbeit kann das charakteristische Merkmal der Waldluft im Vergleiche zur freien atmosphärischen Luft nicht in einem geringeren Kohlensäure- und grösseren Sauerstoffgehalte gesucht werden. Als Ergänzung zu den früheren Versuchen, welche sich nicht auf direkte Sauerstoffbestimmung bezogen hatten, will ich als Nachtrag bemerken, dass die neuerer Zeit ausgeführten direkten Sauerstoffgasbestimmungen in der Waldluftatmosphäre die früheren auf anderem Wege gefundenen Resultate vollkommen bestätigt haben. Die direkten Sauerstoffbestimmungen sind nach der bekannten Lindemann'schen Sauerstoffbestimmungsmethode vorgenommen worden, (Neue Methoden zur Analyse der Gase, Braunschweig 1880) — eine Methode, welche wegen ihrer ausserordentlich leichten Ausführbarkeit und Genauigkeit zu den schönsten gasanalytischen Methoden gezählt werden darf.

Die bisher nach dem Lindemann'schen Phosphorabsorptionsverfahren untersuchten Waldluftarten waren verschiedenen Wäldern bei Reichenhall, an der österreichischen

Grenze u. s. w. entnommen. Von den sehr zahlreichen unter sich ganz nahe übereinstimmenden Versuchsbeispielen hebe ich nur einige hervor.

Waldluft	Absorptionsdifferenz	Sauerstoffproc.
92,6 C. C.	18,8	20,41
97,4 C. C.	19,7	20,22
97,6 C. C.	19,4	20,30

Man erkennt hieraus, dass auch die direkte Sauerstoffgasbestimmung der Waldluft keinen im Vergleich zur freien Atmosphäre vermehrten Sauerstoffgehalt ergeben.

Herr v. Zittel theilt eine Abhandlung des Herrn Dr. Ludwig v. Ammon: „über Homoeosaurus Maximiliani“ mit, welche in den Denkschriften veröffentlicht werden wird.

Herr v. Baeyer legt eine Abhandlung des ausserordentlichen Mitgliedes der Classe, Dr. Otto Fischer vor:

„Ueber Flavanilin."

Gegen Ende des Jahres 1881 machte Chr. Rudolph in Höchst a/Main die interessante Entdeckung, dass durch Erhitzen von acetylirten aromatischen Basen mit wasserentziehenden Mitteln schöne gelbe Farbstoffe entstehen.[1]) Die Entdeckung Rudolph's wurde seitens der „Farbwerke vorm. Meister Lucius & Brüning" durch Patent vom 10. December 1881 (D. P. 19766) geschützt.

In dieser Patentbeschreibung (vergl. Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft XV, 2644) wird die Erfindung kurz folgendermassen definirt:

„Die Acetylverbindungen der primären und secundären aromatischen Basen für sich oder mit einem Salz einer aromatischen Base gemischt, liefern, mit einem wasserentziehenden Mittel bei geeigneter Temperatur erhitzt, basische Farbstoffe. Ein gelber Farbstoff entsteht z. B. wenn Acetanilid, 2 Th. salzsaures Anilin und 2 Thl. Chlorzink auf 230—250° erhitzt werden. An Stelle des Acetanilids kann man Essig-

1) Vorläufige Mittheilungen über Flavanilin siehe:
O. Fischer u. C. Rudolph Berichte d. deutsch. chem. Ges. XV, 1500,
E. Besthorn u. O. Fischer „ „ „ „ „ XVI, 68
O. Fischer u. E. Täuber „ „ „ „ „ XVII, 2625.

säure und Anilin oder überhaupt Mischungen, welche Acetanilid erzeugsn können, verwenden" etc.

Von den angedeuteten Farbstoffen erwies sich nur Einer technisch verwendbar — das aus Acetanilid entstehende „Flavanilin."

Da mir von diesem Farbstoff erhebliche Quantitäten durch die Liberalität der Farbwerke in Höchst a/Main zur Verfügung gestellt wurden, unternahm ich gemeinschaftlich mit Chr. Rudolph eine wissenschaftliche Untersuchung des Flavanilins. Schon in der ersten hierüber erschienenen Mittheilung (l. c.) konnten wir die bemerkenswerthe Thatsache constatiren, dass der Farbstoff ein Chinolinabkömmling ist, dass somit bei seiner Entstehung eine höchst auffällige und interessante Reaction stattfindet, für welche eine Analogie in der Literatur nicht zu finden war.

Ich habe dann bei der weiteren Untersuchung mich der ausgezeichneten Unterstützung zweier jüngerer Fachgenossen, der Herren Dr. Emil Besthorn und Dr. Ernst Täuber, zu erfreuen gehabt, denen ich zu aufrichtigem Danke verbunden bin.

Im Verfolg seiner Reaktion fand Rudolph, dass bei der Einwirkung von Chlorzink auf Acetdiphenylamin eine prächtige Base entsteht, welche E. Besthorn und ich l. c. zuerst untersuchten und welche später gleichzeitig von Bernthsen[1]) und von mir[2]) als Methylacridin erkannt wurde. Bernthsen hat seitdem die Acridinbildungen bei diesen Reaktionen ausführlicher untersucht und in Liebigs Annalen Band 224 S. 1 u. ff. das gewonnene Material zusammengestellt.

Was nun die folgenden Versuche über Flavanilin anbelangt, so liefern dieselben den unzweideutigen Beweis, dass

1) Ber. d. deutsch. chem. Ges. XVI 1802.
2) „ „ „ „ „ XVI 1820.

der Farbstoff als Paramido-α-phenyl-γ. Methylchinolin zu betrachten ist, wie es das folgende Formelbild ausdrückt:

```
          CH3
           |
      C    C        C
    //  \ /  \\    / \\
   C    C     C   C    C—NH2
   |    ||    |   ||   |
   C    C     C———C    C
    \\ /  \  //    \  //
      C    N        C
```

Es gelang nicht nur durch successiven Abbau des Flavanilins diese Formel evident zu unterstützen, sondern auch durch glattverlaufende Synthese desselben aus Orthoamidoacetophenon und Paramidoacetophenon die Frage nach der Constitution des Flavanilins definitiv zum Abschluss zu bringen.

I. Flavanilin.

Zur Darstellung dieses Körpers kann man in sehr verschiedener Weise verfahren. Man erhitzt 2 Thl. Acetanilid mit 1 Thl. Chlorzink einige Stunden auf 250°, oder man erhitzt gleiche Molek. Anilin und Eisessig mit Chlorzink auf die angegebene Temperatur, drittens kann man auch salzsaures Anilin mit essigsaurem Zink erhitzen. Lässt man Acetylchlorid oder Essigsäureanhydrid bei Gegenwart von Chlorzink auf Anilin einwirken, so entsteht schon bei 100—130° etwas Flavanilin.

Wie man nun aber auch verfahren mag, stets ist die Ausbeute ungenügend, man erhält im besten Falle nur etwa 15—20% der Theorie an Farbstoff.

Die auf die eine oder andere Weise erhaltene Rohschmelze wird mit verdünnter Salzsäure ausgekocht, die kalte salzsaure Lösung filtrit und nun der Farbstoff mit Kochsalz ausgefällt. Man reinigt das salzsaure Salz durch Umkrystallisiren aus angesäuertem Wasser. Das salzsaure Salz wird

wird so in prächtigen gelbrothen langen Prismen mit schön bläulichem Oberflächenschimmer erhalten. Kleinere Krystalle erinnern lebhaft an Chromsäureanhydrid.

Das salzsaure Salz bildet das Handelsprodukt und dient zweckmässig zur Darstellung der Farbbasis und deren Derivate.

Farbbasis. Versetzt man die wässerige, salzsaure Lösung mit Ammoniak, so tritt milchige Trübung ein und nach kurzer Zeit bilden sich in der Flüssigkeit lange, farblose Nadeln, welche in Wasser sehr schwer löslich sind.

Sehr schön krystallisirt die Base aus Benzol, aus welchem Lösungsmittel zolllange weisse Prismen anschiessen.

Zur Analyse diente ein Produkt, welches aus Holzgeist umkrystallisirt und im Vacuum getrocknet war.

0,1452 gr. Subst. gaben 0,4355 CO_2 und 0,0797 H_2O
0,1564 „ „ „ 0,5062 CO_2 und 0,0873 H_2O
0,1308 „ „ „ 14,8 Cc N bei 20° u. 723 mm Druck.

Gefunden				Berechnet für $C_{16}H_{14}N_2$
I	C 81,8		II 81,88	82,14
	H 6,1		6,2	5,9
	N	12,0		11,96
				100,00

Das Flavanilin entsteht somit nach der Gleichung:

$$2\,C_8H_9NO = C_{16}H_{14}N_2 + 2\,H_2O.$$

Flavanilin ist in reinem Zustande vollkommen farblos, färbt sich an der Luft durch Anziehung von CO_2 rasch gelb. Bei 97° schmilzt dasselbe und ist in kleinen Quantitäten bei hoher Temperatur unzersetzt flüchtig.

Gegen die gewöhnlichen Reduktionsmittel, wie Zinn und Salzsäure, Zink und Eisessig oder Mineralsäuren ist das Flavanilin sehr beständig.

Das Flavanilin ist eine starke zweisäurige Base; die einfach sauren Salze sind prächtig gelbroth gefärbt, lösen sich

in Wasser mit reingelber Farbe, während die zweifachsauren Salze der Mineralsäuren farblos sind.

S a l z s a u r e s F l a v a n i l i n. $C_{16}H_{14}N_2HCl + 1^1/_2 H_2O$. Dies ist das Handelsprodukt. Dasselbe krystallisirt aus Wasser in prächtigen zolllangen Säulen oder Prismen von dunkelgelbrother Farbe und mit prächtigem blauem Oberflächenschimmer. Das Salz löst sich leicht in heissem Wasser, schwerer in kaltem. Es scheidet sich aus der wässerigen Lösung besonders leicht auf Zusatz von Kochsalz ab. Das Salz krystallisirt mit $1^1/_2$ Mol. Krystallwasser.

0,408 gr zwischen Fliesspapier trocken gepresste Substanz verlor nach 5stündigem Trocknen bei 100° 0,037 H_2O.

	Gefunden	Berechnet für $C_{16}H_{14}N_2HCl + 1^1/_2 H_2O$
H_2O	9,07%	9,08

0,1821 gr Substanz (bei 100—105° getrocknet) gaben 0,0984 AgCl.

	Gefunden	Berechnet
Chlor	13,36	13,13

Das salzsaure Flavanilin ist ein prächtiger Farbstoff, besonders dadurch ausgezeichnet, dass auf der Seiden- und Wollfaser eine herrliche moosgrüne Fluorescenz hervortritt. Seiner allgemeinen Verwendung steht der hohe Preis im Wege.

Z w e i f a c h s a l z s a u r e s Flavanilin $C_{16}H_{14}N_2$, 2 HCl. Dieses Salz entsteht, wenn man entweder die Base oder das einfach salzsaure Salz in conc. Salzsäure löst.

Aus der nicht zu sehr verdünnten Lösung scheiden sich nach einiger Zeit farblose Nadeln oder warzenförmige Krystallaggregate ab. Das Salz löst sich schwer in Salzsäure, sehr leicht dagegen in Wasser, wobei Dissociation unter Bildung des gelben Salzes eintritt. Auch bei längerem Erhitzen bei 100° verliert das Salz etwas Chlorwasserstoff.

Zur Analyse wurde die Substanz im Vacuum über Kalk getrocknet.

0,256 gr gaben 0,0591 Cl.

Gefunden	Berechnet für $C_{16} H_{14} N_2, 2 HCl$
Cl 23,08	23,1 %

Versetzt man die Lösung dieses Salzes mit etwas essigsaurem Natron und Kochsalz, so wird nach einiger Zeit das einfachsalzsaure Salz in prächtigen Krystallen abgeschieden.

Platinsalz. Giesst man eine heisse salzsaure Lösung der Base in siedende Platinchloridlösung, so scheidet sich ein schwerlöslicher, schwachgelbgefärbter, krystallinischer Niederschlag ab. Das Salz wurde mit verdünnter Salzsäure ausgewaschen, bei 100° getrocknet und gab sodann folgende Zahlen:

0,2645 gr Subst. gaben 0,0804 Pt

Gefunden	Berechnet für $C_{16} H_{14} N_2 2 HCl + PtCl_4$
Pt 30,4	30,2

Acetflavanilid. Aus Holzgeist umkrystallisirtes Flavanilin erstarrt beim Uebergiessen mit Essigsäureanhydrid alsbald zu einem Brei von Krystallen. Zur Vervollständigung der Reaktion wird noch eine Weile auf dem Wasserbade erhitzt, dann die Masse in Wasser eingegossen. Das Acetylderivat bleibt hierbei in der verdünnten Essigsäure meist gelöst. Auf Zusatz von Alkali scheiden sich weisse Flocken ab.

Die Verbindung wurde durch Umkrystallisiren aus verdünntem Alkohol gereinigt, sie scheidet sich daraus in glänzenden kurzen Prismen ab.

Der Schmelzpunkt wurde bei 162—163° beobachtet.

0,1387 gr Subst. gaben 0,3935 CO_2 und 0,0731 H_2O

Gefunden	Berechnet für $C_{18} H_{16} N_2 O$
C 77,83	78,26
H 5,85	5,80.

Monaethylflavanilin. Um diese Verbindung zu erhalten wurde Flavanilin mit 1 Mol. $C_2 H_5 J$ in alkoholischer Lösung unter Druck auf 100—110° erhitzt. In der erkalteten

Röhre waren rothe Nadeln abgeschieden, die sich aus sehr verdünnter Jodwasserstoffsäure umkrystallisiren liessen und dabei in langen rubinrothen Nadeln anschossen.

Die Krystalle sind das jodwasserstoffsaure Salz des Monaethylflavanilis.

0,2243 Subst. gaben 0,1340 gr AgJ = 0,0724 J.

Gefunden	Berechnet für $C_{16}H_{13}N_2(C_2H_5)HJ$
32,3% Jod	32,6%

Versetzt man die wässerige Lösung des Salzes mit Ammoniak, so wird Aethylflavanilin als weisse harzige Masse abgeschieden. Sie wurde noch nicht näher untersucht. Die Salze des Aethylflavanilins besitzen einen mehr rothen Ton als die Farbsalze des Flavanilins und färben Seide orange.

Auch ein Phenylflavanilin wurde dargestellt, und zwar durch Erhitzen von Flavanilin mit überschüssigem Anilin und etwas Benzöesaure auf 170°. Dasselbe färbt ebenfalls gelb.

Das Flavanilin ist gleichzeitig primäre und tertiäre Base. In Folge dessen lässt es sich z. B. in eine Diazoverbindung umwandeln, deren Zersetzungsprodukt mit Wasser das Flavenol bildet.

II. Flavenol.

Versetzt man die wässerige Lösung des einfachsalzsauren Flavanilins mit Natriumnitritlösung, so scheidet sich ein gelbrother, krystallinischer Niederschlag ab, der im trockenen Zustande auf Platinblech verpufft. Der Körper ist wohl sicherlich ein Diazoamidoprodukt des Flavanilins.

Zur Darstellung des Flavenols verfährt man nach mannigfachen Versuchen sehr zweckmässig in folgender Weise:

Die Lösung des Flavanilins in überschüssiger Salzsäure (etwas mehr Salzsäure, als sich für 2 Moleküle berechnen)

wird gut gekühlt und nun mit einem geringen Ueberschuss von Natriumnitrit versetzt. Die Flüssigkeit wird dadurch heller und enthält nun die Diazoverbindung des Flavanilins. Man leitet dann einen kräftigen Luft- oder Kohlensäurestrom durch die Flüssigkeit, um die überschüssige salpetrige Säure abzutreiben und kocht nun rasch auf. Alsbald entweicht Stickstoff unter lebhaftem Aufschäumen der Masse. Es ist daher beim Arbeiten mit grösseren Quantitäten Substanz zweckmässig, das Aufkochen mittelst Einleiten von Wasserdampf zu bewerkstelligen. Nachdem die Stickgasentwicklung aufgehört, versetzt man noch heiss mit etwas conc. Salzsäure und lässt die Masse langsam abkühlen. Beim Erkalten scheidet sich das in Salzsäure schwerlösliche salzsaure Flavenol in meist stark gelbgefärbten Nadeln oder in büschelförmigen Krystallaggregaten ab. Man krystallisirt 2 mal aus heissem Wasser unter Anwendung von guter Thierkohle um. Das reine salzsaure Flavenol darf nur einen schwachgelblichen Stich besitzen. Aus der wässrigen Lösung des salzsauren Salzes scheidet Ammoniak oder Sodalösung das Flavenol in weissen voluminösen Flocken ab. Im krystallisirten Zustande gewinnt man den Körper am leichtesten aus heissem Alkohol, woraus sich prächtige, farblose Blätter abscheiden, welche schön irisiren. Die reine Verbindung sublimirt theilweise unzersetzt in prächtigen kleinen vollkommen weissen Blättchen. Der Schmelzpunkt des Flavenols liegt bei 238°.

Die Substanz ist in Holzgeist, Alkohol, Aether, Benzol, Ligroin ziemlich schwer löslich; sie besitzt sowohl sauren als basischen Charakter. In Natronlauge und Kalilauge löst sie sich sehr leicht mit gelber Farbe; aus nicht zu verdünnter Lösung in überschüssigem Alkali scheiden sich die Salze von Natron und Kali in Form von gelben, in Wasser sehr leicht löslichen Tafeln ab. In alkoholischem Ammoniak löst sich Flavenol mit gelber Farbe, das dabei gebildete Ammonsalz ist jedoch höchst unbeständig und wird durch Wasser und

selbst durch verdünnten Alkohol in Flavenol und NH_3 gespalten. In kohlensauren Alkalien löst sich das Flavenol nicht auf.

Sehr schön krystallisiren auch die Salze mit Schwefelsäure und Salzsäure, welche in langen Nadeln erhalten werden.

Die Ausbeute an Flavenol aus Flavanilin lässt nichts zu wünschen übrig.

Die Analyse ergibt die Formel $C_{16}H_{13}NO$.

0,1435 Substanz gaben 0,4294 CO_2 und 0,0723 H_2O.
0,2602 gaben 15 CcN bei 19° C. und 720 mm Druck.

	Gefunden	Berechnet für $C_{16}H_{13}NO$
C	81,6	81,7
H	5,6	5,5
N	6,09	5,95

S a l z s a u r e s F l a v e n o l. Die Darstellung desselben wurde schon oben erwähnt. Das Salz ist krystallwasserhaltig, da die hellen langen Nadeln leicht verwittern und zu einem gelben Pulver zerfallen.

Bei 100° getrocknet gab eine Chlorbestimmung folgende Werthe:

0,2244 gr Substanz gab 0,1132 AgCl = 0,02825 Cl.

	Gefunden	Berechnet für $C_{16}H_{13}NO\,HCl$
Cl	12,59	13,07

Eine Krystallwasserbestimmung wurde nicht ausgeführt.

A c e t y l f l a v e n o l. Kocht man Flavenol mit überschüssigem Essigsäureanhydrid kurze Zeit, verdünnt dann mit Wasser, so scheidet Alkali die gebildete Acetylverbindung in weissen Flocken ab. Aus Alkohol werden lange prächtige Prismen erhalten vom Schmelzpunkt 128—129°.

Die Analyse ergab die folgenden Werthe:

0,2255 gr Substanz gaben 0,6465 CO_2 und 0,109 H_2O.
0,2087 gr Substanz gaben 10 Cc N bei 18° und 721 mm Druck.

	Gefunden	Berechnet für Monacetylflavenol
C	78,1	77,7
H	5,3	5,7
N	5,2	5,0

Die Oxydationsprodukte des Flavenols werden später beschrieben.

III. Flavolin.

(α-Phenyl-γ-Methylchinolin.)

Flavenol wurde in Portionen von 2—4 gr mit dem zehnfachen Gewicht Zinkstaub innig gemischt und nun aus einer etwa 30 cm langen, schwer schmelzbaren Röhre bei dunkler Rothgluth destillirt. Es geht dabei ein dickes helles Oel über. Von etwa mitübergegangenem Flavenol trennt man dasselbe durch Natronlauge, nimmt dann das Oel mit Aether auf und rektifizirt die Masse. Ueber 360° geht ein hellgelbes Oel über, welches in einer Kältemischung zu schönen, farblosen, aus viereckigen dicken Tafeln bestehenden Krystallen erstarrt. Aus Ligroin erhält man die Substanz in vollkommen weissen prächtigen Tafeln, deren Schmelzpunkt bei 64—65° gefunden wurde.

Die Ausbeute an Flavolin beträgt etwa 10—15 % des Flavenols, nebenbei bilden sich ausser Kohle noch andere Substanzen, die nicht näher definirt wurden. Flavolin riecht beim Erhitzen schwach nach Chinolin.

Das Flavolin wurde zur Analyse im Vacuum getrocknet:

0,2335 gr Substanz gaben 0,7475 CO_2 und 0,1256 H_2O.

	Gefunden	Berechnet für $C_{16}H_{13}N$
C	87,3	87,67
H	5,95	5,93

Die Formel $C_{16}H_{13}N$ wurde ausserdem durch die Dampfdichte bestätigt. Dieselbe, nach V. Meyer im Bleibade ausgeführt, gab auf Luft berechnet 7,44, während 7,58 die berechnete Dampfdichte ist.

Wie die meisten Chinolinbasen besitzt das Flavolin die Eigenschaft einige sehr schwer lösliche Salze zu bilden. So scheidet sich beim Vermischen der heissen alkoholischen Lösungen das Pikrat in schönen gelben Blättchen ab, welche selbst in siedendem Alkohol nur wenig löslich sind. Das Chromat bildet einen gelbrothen aus Büscheln bestehenden, sehr schwer löslichen Niederschlag.

Salzsaures Flavolin. Dasselbe krystallisirt in langen farblosen weichen Nadeln, löst sich leicht in Wasser, viel schwerer in Salzsäure und lässt sich daher leicht durch Zusammengiessen der Base mit Salzsäure gewinnen. Das Salz besitzt die Formel $C_{16}H_{13}N \cdot HCl + 2\,H_2O$. Die lufttrockne Verbindung verlor bei 100° 11,24 % ihres Gewichtes.

0,249 gr verloren 0,028 gr H_2O.

0,221 gr Substanz (bei 100° getrocknet) gaben 0,1226 AgCl.

	Gefunden	Berechnet für 2 Mol. H_2O.
H_2O	11,24	12,34
Cl	13,71	13,89

Platinsalz. Beim Zusammengiessen der heissen Lösung des salzsauren Salzes mit Platinchlorid, scheiden sich röthlichgelbe Nadeln ab, welche in Wasser sehr schwer löslich sind.

Nach dem Trocknen bei 100° wurde eine Pt-Bestimmung ausgeführt, welche ergab:

0,2563 gr gaben 0,0589 Pt.

	Gefunden	Ber. für $(C_{16}H_{14}NCl)_2 + PtCl_4$
Pt	23,0	22,9

Ganz dieselben Eigenschaften wie Flavolin aus Flavanilin zeigt die später beschriebene, aus Orthoamidoacetophenon und Acetophenon in alkalischer Lösung erhaltene Base $C_{16}H_{13}N$. Dieselbe ist in jeder Beziehung identisch mit Flavolin, wodurch die Constitution der Base vollkommen klargestellt ist.

Das Flavolin kann nur α-Phenyl-γ-Methylchinolin sein, wie es das folgende Formelbild ausdrückt:

```
           CH3
            .
      C     C                C
    //  \  /  \\           /   \\
   C     C     C         C      C
   |     ||    |         ||     |
   C     C     C ------- C      C
    \\  /  \  //          \   //
      C     N               C
```

IV. Flavochinolin.

Als primäre Base zeigt das Flavanilin auch die Skraup'sche Reaction.

Das dabei entstehende Flavochinolin $C_{19}H_{14}N_2$ ist als methylirtes Dichinolylin zu betrachten, bei welchem die Verknüpfungsstelle der beiden Chinolinmolecüle einerseits die Py — 1, andererseits B — 4 ist.

10 gr Flavanilin, 5 gr Nitrobenzol und 30 gr Glycerin wurden allmählich mit 30 gr conc. Schwefelsäure vermischt. Dann wurde am Rückflusskühler bis zum Eintritt der heftigen Reaction erhitzt. Nachdem die vehemente Einwirkung vorüber, wurde noch circa 3 Stunden gelinde gekocht, darauf die mit Wasser versetzte Masse durch den Dampfstrom vom Nitrobenzol befreit und dann mit Natronlauge übersättigt. Dabei schied sich eine dicke schmierige Masse ab, welche sich vollständig in Salzsäure lösen lässt. Es gelang nun auf gewöhnlichem Wege in keiner Weise die Base zur Krystallisation zu bringen, schliesslich wurde jedoch die Reindarstellung nach dem von O. Fischer und Körner bei der Ueberführung des Chrysanilins in Phenylacridin eingeschlagenen Wege erreicht.

Die Base ward mit Natronlauge übergossen, im Oelbade auf 300° erhitzt (noch besser bewährte sich dabei ein

Metallbad von Wood oder Zinn) und nun Wasserdampf eingeleitet. Es ging eine gelbgefärbte ölige Masse über, welche im Kühler harzig erstarrte. Sie wurde in heissem Alkohol gelöst und schied sich daraus beim Erkalten in kleinen glänzenden Krystallen ab.

Durch mehrmaliges Umkrystallisiren wurden dieselben fast farblos erhalten und bildeten so schöne Krystalle, welche rhombisch zu sein scheinen und bei 138° schmelzen.

Die Elementaranalyse der bei 100° getrockneten Substanz ergab:

0,2031 gr Subst. lieferten 0,6294 CO_2 und 0,0954 H_2O.

0,3146 gr Subst. lieferten 28 Cc N bei 10° C. und 735 mm Druck.

	Gefunden	Berechnet für $C_{19}H_{14}N_2$
C	84,51	84,44
H	5,22	5,19
N	10,34	10,37

Das Flavochinolin ist eine kräftige Base, ihre Salze mit Mineralsäuren, namentlich mit Salzsäure zeichnen sich in starker Verdünnung durch prächtige blaue Fluorescenz aus.

Jodmethylat des Flavochinolins. Durch Erhitzen unter Druck bei 100° wird Flavochinolin mit Jodmethyl in Holzgeistlösung in eine Monojodmethylverbindung übergeführt. Dieselbe krystallisirt aus Wasser, sowie auch aus verdünntem Alkohol und Holzgeist in feinen Nädelchen von gelblicher Farbe. Sie ist in Wasser leicht löslich.

0,2121 gr Subst. gaben 0,1224 AgJ gleich 0,06614 Jod.

	Gefunden	Berechnet für $C_{19}H_{14}N_2CH_3J$
Jod	31,1	30,82

Das Flavochinolin bildet sich nach der Gleichung:

$$C_{16}H_{14}N_2 + C_3H_8O_3 = C_{19}H_{14}N_2 + 3H_2O + H_2.$$

Demselben kommt folgende Constitutionsformel zu:

```
 CH3
  ·
  C   C         C   N
 //\ /\\       //\ /\\
C   C   C     C   C   C
|   ||  |     |   ||  |
C   C   C-----C   C   C
 \\/ \//       \\/ \//
  C   N         C   C
```

Die Base, welche mit Rücksicht auf die natürlichen Alkaloide manches Interesse besitzt, wird weiter untersucht.

V. Verhalten des Flavolins gegen Salpetersäure.

Bei der Nitrirung des Flavolins entstehen verschiedene Nitrosubstanzen und zwar, wie es scheint, sowohl mehrere Mononitro- wie Dinitroderivate.

Nur eines dieser Nitroprodukte wurde genauer untersucht, weil dasselbe durch Reduktion in Flavanilin übergeht, wodurch damals der Zusammenhang zwischen Flavolin und Flavanilin (Amidoflavolin) festgestellt wurde.

Um dieses Mononitroflavolin zu gewinnen, wurde Flavolin in der 10 fachen Menge rauchender Salpetersäure gelöst und diese Lösung so lange bei 50—60° digerirt, bis eine Probe nach dem Neutralisiren mit Alkali einen gelben Niederschlag abscheidet. Ist dieser Punkt erreicht, so wird mit Wasser verdünnt und mit Natronlauge übersättigt. Zur Trennung der verschiedenen gebildeten Nitrosubstanzen digerirt man nun den Niederschlag kalt mit Salzsäure, wodurch Mononitroflavolin, welches noch basisch ist, in Lösung geht. Das salzsaure Mononitroflavolin krystallisirt in farblosen Nadeln.

Leider war das Material nicht ausreichend zur eingehenden Untersuchung, sodass ich mich begnügen musste, die Identität des reduzirten Nitroflavolins mit Flavanilin

qualitativ nachzuweisen. Dies geschah namentlich durch die Ueberführung des Amidoflavolins in das charakteristische Flavenol vom Schmelzpunkt 238°.

VI. Oxydationsprodukte des Flavenols.

Flavanilin ist gegen Oxydationsmittel sehr beständig, dasselbe wird z. B. von chromsaurem Kali in saurer Lösung nur sehr langsam angegriffen. Für die Oxydationsversuche in alkalischer Lösung zeigte sich das Flavanilin in Folge seiner Unlöslichkeit in Alkali wenig geeignet. Daher wurden die Versuche mit Flavenol ausgeführt. Flavenol gibt durch Permanganat in alkalischer Lösung oxydirt, neben Oxalsäure, hauptsächlich 3 Carbonsäuren, die als

1. Lepidincarbonsäure,
2. Picolintricarbonsäure,
3. Pyridintetracarbonsäure

zu betrachten sind.

Die Bildung der einen oder anderen dieser Säuren hängt lediglich von der Menge des zugefügten Oxydationsmittels ab.

Am Besten untersucht sind bisher die beiden letzterwähnten, während eine genauere Untersuchung der Lepidincarbonsäure noch aussteht.

a) Lepidincarbonsäure.

Flavenol wurde in wenig verdünnter Natronlauge gelöst und nun die nach der folgenden Gleichung berechnete Menge an Kaliumpermanganat in kleinen Portionen zugegeben.

$$C_{16}H_{13}NO + 6\,KMnO_4 = C_{11}H_9NO_2 + 5\,MnO_2 \\ + C_2H_2O_4 + 3\,CO_2 + H_2O.$$

Die Oxydation geht anfangs rasch von Statten, später ist es nöthig auf dem Wasserbade zu erwärmen. Man

filtrirt heiss vom Manganniederschlag ab, stumpft mit verdünnter Salpetersäure das meiste Alkali ab und engt nun die nur schwach alkalische Lösung ein. Man kann den hierbei auskrystallisirten Salpeter entfernen, die abfiltrirte Lösung kalt genau mit verdünnter Salpetersäure neutralisiren und nun mit salpetersaurem Blei fällen. Der Bleiniederschlag wird filtrirt, gut mit kaltem Wasser ausgewaschen und nun durch Schwefelwasserstoff zersetzt. Beim Einengen des Filtrates vom Schwefelblei wurden schwachgelbgefärbte Nadeln der Lepidincarbonsäure erhalten. Dieselbe wurde durch Umkrystallisiren aus wenig Wasser unter Anwendung von Thierkohle gereinigt. Die Säure behält einen gelben Stich; sie hält sehr hartnäckig Alkali zurück. Sie schmilzt gegen 182° unter stürmischer Kohlensäureentwicklung, hierbei entsteht ein öliges Destillat, welches den charakteristischen Geruch der Chinolinbasen besitzt.

Platinsalz der Lepidincarbonsäure. Dasselbe bildet schöne goldgelbe in kaltem Wasser schwerlösliche Tafeln.

Die Analyse des bei 100° getrockneten Salzes ergab:

0,2014 gr Substanz gaben 0,0496 Pt.

	Gefunden	Berechnet für $(C_{11}H_{10}NClO)_2 + PtCl_4$
Pt	24,6	24,8

Silbersalz. Dasselbe bildet einen schwerlöslichen voluminösen Niederschlag, welcher durch Kochen dichter wird; das Salz ist ziemlich lichtbeständig. Bei 100° getrocknet

gaben 0,1642 gr Substanz 0,0595 Ag.

	Gefunden	Berechnet für $C_{11}H_8NO_2Ag$
Ag	36,2	36,7

Von den Salzen der Lepidincarbonsäure sind ausser dem Silbersalz auch Baryt- und Bleisalz schwerlöslich.

γ-Lepidin aus Lepidincarbonsäure. Wie oben erwähnt schmilzt die Carbonsäure bei 182° unter Kohlensäureentwicklung und Bildung eines öligen Destillates. Letzteres

erhält man reichlicher, wenn man die Säure mit Kalkhydrat gemischt erhitzt. Dasselbe besitzt die äusseren Eigenschaften des Chinolins. Da ich bisher nur sehr wenig von dieser Substanz besass, habe ich mich darauf beschränken müssen, durch eine Analyse des Platinsalzes die Natur des Oeles festzustellen. Das Platinsalz krystallisirt in schmalen Blättchen und zeigte nach dem Trocknen bei 105° den Platingehalt eines Methylchinolins.

0,2085 Substanz gaben 0,0584 Pt.

	Gefunden	Berechnet für $(C_{10}H_9NHCl)_2 + PtCl_4$
Pt	28,0	27,9

b) Picolintricarbonsäure.

Die Lepidincarbonsäure geht bei weiterer Oxydation in Picolintricarbonsäure über. Es ist jedoch nicht nöthig zunächst die erste Säure rein darzustellen, viel mehr geht man am Besten zur Darstellung der Tricarbonsäure vom Flavenol direkt aus.

Man verfährt dabei in derselben Weise, wie bei der Darstellung der Lepidincarbonsäure, indem man statt 6 Moleküle $KMnO_4$ 9 Moleküle anwendet. Entsprechend der Gleichung:

$$C_{16}H_{13}NO + 20\,O = C_9H_7NO_6 + 2\,C_2H_2O_4 + 3\,CO_2 + H_2O$$

würden 10 Moleküle des Oxydationsmittels nöthig sein, es ist jedoch besser etwas weniger zuzugeben.

Die Reindarstellung der Säure geschah mittelst des Bleisalzes.

Die Picolintricarbonsäure krystallisirt aus Wasser in glänzenden, farblosen Nadeln, mit 2 Moleküle Krystallwasser, welches letztere durch Erhitzen auf 100° entweicht.

0,425 gr Substanz verloren 0,0587 H_2O.

	Gefunden	Berechnet für $C_9H_7NO_6 + 2\,H_2O$
H_2O	13,8	13,79

0,188 gr Substanz (bei 100° getrocknet) gaben 0,3325 CO_2 und 0,0554 H_2O.

0,259 gr Subst. gaben 14,8 Cc bei 20° C. und 723 mm Druck.

	Gefunden	Berechnet für $C_9H_7NO_6$
C	48,1	48,0
H	3,2	3,1
N	6,2	6,2

Die Picolincarbonsäure sintert bei 230° zusammen, schmilzt vollständig bei 232° und zersetzt sich bei 236° unter starker Kohlensäureentwicklung, nachdem sie schon von 190° und namentlich von 210° an eine dunkle Färbung angenommen hat.

Silbersalz. Dasselbe bildet einen im frischgefällten Zustande gelatinösen Niederschlag, der durch Kochen dichter wird. Ziemlich lichtbeständig.

0,2415 gr Substanz gaben 0,1416 Ag.

	Gefunden	Berechnet für $C_9H_4NO_6Ag_3$
Ag	58,6	59,3

Die wässrige nicht allzu verdünnte Lösung der freien Säure gibt mit Eisenvitriollösung eine charakteristische braunrothe Färbung, in starker Verdünnung tritt nur Gelbfärbung ein. Diese Reaktion ist der Säure eigenthümlich, da durch sehr häufiges Umkrystallisiren keine Abnahme der Reaktion bewirkt wurde.

Das Ammoniumsalz der Tricarbonsäure gibt folgende Reaktionen:

Calciumchlorid erzeugt in der concentrirten Lösung des Ammoniaksalzes einen weissen Niederschlag, der, einmal abgeschieden, auch von viel kochendem Wasser nicht gelöst wird. Wendet man hingegen eine stark verdünnte Lösung des Ammonsalzes an, so entsteht durch Chlorcalcium keine Fällung. Durch Eindampfen lässt sich der Niederschlag er-

halten. Dieses eigenthümliche Verhalten theilt die Picolintricarbonsäure mit der Malonsäure.

Bariumchlorid verhält sich ähnlich, jedoch wird das Barytsalz noch aus verdünnterer Lösung gefällt, als das Kalksalz.

Chlorzinklösung erzeugt keine Fällung.

Kupfersulfat oder Acetat geben keine Fällung. Hierdurch unterscheidet sich die Picolintricarbonsäure sehr scharf von der später zu beschreibenden Pyridintetracarbonsäure.

Die Picolintricarbonsäure war die erste Tricarbonsäure des Picolins, welche man erhalten hatte, später fand R. Michael[1]) bei der Oxydation der Collidinmonocarbonsäure eine Picolintricarbonsäure, welche in einigen unwesentlichen Punkten etwas von der Tricarbonsäure aus Flavenol abweicht. Mir scheint nach allem, was bisher über die beiden Säuren bekannt geworden ist, ihre Identität zweifellos, zumal auch die Eigenschaften der aus Flavenol erhaltenen Pyridintetracarbonsäure in vollständigem Einklang sind mit dem Endoxydationsprodukt der Collidinmonocarbonsäure.

c) Pyridintetracarbonsäure.

Diese Säure wurde in folgender Weise direkt aus Flavenol dargestellt:

Flavenol wurde in wenig verdünnter Natronlauge gelöst und mit 11 Molekülen Kaliumpermanganat in 5 procentiger, wässriger Lösung oxydirt. Die Einwirkung verläuft zuletzt sehr träge, so dass man zur Beendigung der Reaktion tagelang auf dem Wasserbade erhitzen muss. Das vom Manganniederschlag befreite Filtrat wurde mit verdünnter Salpetersäure neutralisirt, ein wenig eingeengt und mit Bleinitrat gefällt, der Niederschlag durch Schwefelwasserstoff zerlegt und die so resultirende Säure zur Befreiung von gebildeter

1) Liebig's Ann. 225 S. 142.

Oxalsäure mit Chlorcalcium versetzt. Zur vollständigen Reindarstellung verwandelt man die Säure zweckmässig in das schwer lösliche Kupfersalz. Letzteres wird gut ausgewaschen und mit H_2S behandelt. Engt man die durch Schwefelwasserstoff vom Kupfer befreite, wässrige Lösung der Säure ein, so bleibt ein Syrup zurück, der beim Erkalten zu feinen Nädelchen erstarrt.

Die so gewonnene Säure ist krystallwasserhaltig. Sie verliert dasselbe ungemein schwierig, erst nach tagelangem Erwärmen auf 115° wird sie vollständig wasserfrei.

Die Analyse ist daher mit einigen Schwierigkeiten verbunden, besonders da die Tetracarbonsäure sich wenig über 120° schon etwas zersetzt.

Die Säure wurde 3—4 Tage bis zum constanten Gewicht bei 115—118° getrocknet und gab dann die folgenden Zahlen:

0,1686 gr Subst. gaben 0,2622 CO_2 und 0,0362 H_2O.

	Gefunden	Berechnet für $C_9H_5NO_8$
C	42,41	42,35
H	2,38	1,96

Je nachdem die Säure wasserhaltig oder wasserfrei ist, zeigt sie einen verschiedenen Schmelzpunkt. Die nur auf dem Wasserbade getrocknete Säure schmilzt bei 187°, während die vollständig vom Wasser befreite Säure erst bei 227° unter Schwärzung und starker Kohlensäureentwicklung schmilzt.

Michael (l. c.) gibt als Schmelzpunkt seiner aus Collidincarbonsäure erhaltenen Pyridintetracarbonsäure 188° an; wahrscheinlich war also die zur Schmelzpunktbestimmung benutzte Säure noch nicht ganz wasserfrei.

Die wässrige Lösung der Tetracarbonsäure gibt die folgenden Reaktionen:

Mit Chlorcalcium entsteht erst nach einiger Zeit eine schwache Fällung;

Chlorbarium gibt sofort einen starken, weissen Niederschlag;

Eisenvitriol färbt intensiv kirschroth. Durch Essigsäure wird die Färbung wenig verändert;

Eisenchlorid im Ueberschuss erzeugt eine schmutzigweisse, amorphe Fällung;

Kupfersalze geben einen charakteristischen hellgrünen Niederschlag, der in Essigsäure selbst beim Kochen unlöslich ist;

Silbersalz. Pyridintetracarbonsaures Ammonium gibt mit Silbernitrat einen weissen, etwas lichtempfindlichen Niederschlag. Derselbe zersetzt sich beim Erhitzen plötzlich unter starkem Aufblähen und Bildung von eigenthümlich theeblätterartig abgeschiedenem Silber, wie auch Michael beobachtet hat.

Die Analyse der nur im Vacuum getrockneten Substanz gab einen auf die Formel $C_9HAg_4NO_8 + H_2O$ berechneten Silbergehalt.

0,1893 gr Substanz gab 0,1161 Ag.

	Gefunden	Berechnet für $C_9HAg_4NO_8 + H_2O$
Ag	61,33	61,62

Baryumsalz. Es ist sehr schwer dieses Salz wasserfrei zu erhalten, denn selbst das bei 170° getrocknete Salz enthält, wie die Baryumbestimmung zeigt, noch 1 Mol. Wasser.

0,1945 gr Substanz bei 170° getrocknet gaben 0,168 $BaSO_4$ = 0,09878 Ba

	Gefunden	Berechnet für $C_9HBa_2NO_8 + H_2O$
Ba	50,77	50,46

Bei der Elementaranalyse dieses bei 170° getrockneten Salzes zeigte sich im Chlorcalciumrohr ein Beschlag von Wasser, bevor noch die Substanz ihre reinweisse Farbe irgendwie geändert hatte, ein Zeichen, dass erst jetzt das letzte Molekül Wasser abgespalten war. Die Verbrennung

wurde daher unterbrochen und das Chlorcalciumrohr nochmals gewogen, die Gewichtzunahme betrug 3,1 % der angewandten Substanz, während der Kaliapparat keine Zunahme des Gewichtes zeigte.

0,2839 gr Substanz gaben 0,0088 H_2O.

	Gefunden	Berechnet für $C_9HBa_2NO_8 + H_2O$
H_2O	3,1	3,3

Von dieser auf die angegebene Weise wasserfrei erhaltenen Substanz wurde eine Elementaranalyse nebst Baryumbestimmung ausgeführt, die vollkommen genaue Zahlen für das wasserfreie Barytsalz ergaben.

0,2751 gr Substanz gaben 0,1622 CO_2 und 0,008 H_2O und 0,2057 $BaCO_3$.

Dem entsprechen die folgenden Elementarwerthe:

C = 0,05677
H = 0,0009
Ba = 0,14305

	Gefunden	Berechnet für $C_9HBa_2NO_8$
C	20,63	20,57
H	0,33	0,19
Ba	52,0	52,2

Das Ammonsalz der Tetracarbonsäure des Pyridins gibt ausser mit Chlorbaryum auch mit Chlorcalcium einen schwer löslichen weissen Niederschlag, ferner mit Cadmiumsulfat eine weisse Fällung, die in Wasser sowie auch in Essigsäure beinahe unlöslich ist.

Es ist nach allen diesen Eigenschaften wohl zweifellos, dass die Tetracarbonsäure aus Flavenol und die aus Collidincarbonsäure identisch sind.

Wie im folgenden Capitel des Weiteren erörtert wird, besitzen Picolintricarbonsäure und Pyridintetracarbonsäure die folgenden Constitutionsformeln:

$$\underset{\text{Picolintricarbonsäure}}{\text{Pyridinring mit } CH_3,\ 2\ HO_2C\ \text{und}\ COOH} \quad \text{und} \quad \underset{\text{Pyridintetracarbonsäure}}{\text{Pyridinring mit } COOH,\ 2\ HO_2C\ \text{und}\ COOH}$$

VII. Constitution des Flavanilins, Flavenols und Flavolins sowie neue Synthesen dieser Körper.

Die beschriebenen Thatsachen, welche meistens schon im Jahre 1882 gefunden wurden, führten bezüglich der Constitution der in Frage stehenden Körper zu der Ansicht, dass dieselben Abkömmlinge des γ-Lepidins seien, indem das Flavolin als α-Phenyl-γ-Lepidin, das Flavanilin als Amidophenyl-γ-Lepidin aufzufassen seien.

Die Ueberführung des Flavanilins in Flavenol, des Letzteren in Flavolin, die Rückbildung des Flavanilins aus Flavolin durch Nitriren und Reduziren, zeigen, dass Flavolin, Flavenol und Flavanilin im selben Verhältniss zu einander stehen, wie Benzol, Phenol und Anilin.

Bei der Oxydation des Flavenols entsteht zuerst eine Monocarbonsäure des Lepidins, es werden also 5 Kohlenstoffe abgespalten, ein sechstes in Carboxyl verwandelt; daraus geht hervor, dass bei der Oxydation zur Lepidincarbonsäure ein Phenylrest zerstört worden ist, und da ferner die entstandene Carbonsäure das Hydroxyl des Flavenols nicht mehr enthält, so befand sich dieses Hydroxyl am abgespaltenen Benzolkern.

Dass die bezeichnete Säure wirklich Lepidincarbonsäure ist, bewies ihre fernere Umwandlung bei der Oxydation, da sie in vollständig normaler Weise zuerst eine Tricarbonsäure des Picolins und als Endprodukt eine Tetracarbonsäure des Pyridins liefert.

Schwieriger war es, die Entstehungsweise des Flavanilins aus dem Acetanilid zu erklären.

Da das Flavanilin eine primäre Amidogruppe enthält, so musste man zu der Ansicht gelangen, dass das Acetanilid bei der Farbstoffbildung eine molekulare Umwandlung erleide. Es wurde damals die Hypothese aufgestellt, dass diese Umwandlung analog den von Hofmann und Martius zuerst beobachteten Umwandlungen der am Stickstoff alkylirten aromatischen Basen in primäre, im Benzolkern alkylirte, Basen stattfinde. Es wurde demgemäss angenommen (Ber. XV S. 1500), dass aus Acetanilid zunächst Amidoacetophenon entstehe und zwar wahrscheinlich sowohl als Ortho- wie als Paramodification, das Orthoamidoacetophenon sei dann die Substanz, welche den Chinolinring zu Stande bringe.

Um diese Hypothese auf ihren Werth zu prüfen, wurden schon damals, wie in der betr. Abhandlung bemerkt ist, Versuche angestellt, einerseits, ob wirklich die Umwandlung von Acetanilid in Acetophenon zu realysiren sei, andererseits, ob aus Amidoacetophenon mittelst Chlorzink Flavanilin entstehe.

Die Bildung von Orthoamidoacetophenon konnte damals qualitativ nachgewiesen werden. Bei den Versuchen zur Synthese des Farbstoffs aus Amidoacetophenonen wurde zunächst constatirt, dass das Paramidoprodukt mit Chlorzink keine Spur von Flavanilin bildet, während aus Orthoamidoacetophenon bei 250° kleine Quantitäten des Farbstoffes gewonnen wurden, die durch Ueberführung in Flavenol vom Schmelzpunkt 238° sicher erkannt wurde.

Es wurde daher die Flavanilinbildung in folgender Weise aufgefasst:

I. $C_6H_5—NH \cdot COCH_3 = C_6H_4\begin{cases}—NH_2\\—COCH_3\end{cases}$

Orthoamidoacetophenon

II. $C_6H_4 \begin{cases} C(O)-CH_3 \\ N(H_2) \end{cases}$ + $CH(_3)-C(O)-C_6H_4-NH_2$ = $C_6H_4 \begin{cases} C(CH_3)=CH \\ N=C-C_6H_4-NH_2 \end{cases}$

Flavanilin

Diese Auffassung erklärte sehr gut alle damals bekannten Thatsachen bezüglich des Farbstoffes, namentlich das Verhalten bei der Oxydation.

Das Flavolin wurde demgemäss als α-Phenyl-γ-Lepidin betrachtet.

Auffallend war bei dieser Sachlage, wie auch damals hervorgehoben wurde, jedenfalls der Umstand, dass die Flavanilinbildung aus Orthoamidoacetophenon so wenig glatt verläuft und dass zur Farbstoffbildung aus dem o-Amidoacetophenon eine ebenso hohe Temperatur nöthig ist, wie aus Acetanilid.

Dazu kam noch eine andere Thatsache, welche nicht recht im Einklang stand mit einer solchen Auffassung des Flavanilinprocesses, nämlich der Umstand, dass während Acetorthotoluid die Flavanilinreaktion ebenso leicht gibt wie Acetanilid, aus Acetparatoluid in keiner Weise ein gelber Farbstoff gewonnen werden konnte.

Diese Thatsache musste vielmehr dahin drängen, anzunehmen, dass die Amidogruppe im Flavanilin nicht die Ortho-Stellung einnimmt, wie früher angenommen, sondern die Para-Stellung.

Ich habe in Folge dieser Widersprüche die Chinolinbildung aus Orthoamidoacetophenon genauer studirt und dabei ganz glattverlaufende Synthesen des Flavolins und Flavanilins aufgefunden. Diese Synthesen bestätigen vollkommen die Auffassung des Flavolins als α-Phenyl-γ-Lepidin, führen aber andererseits zu der nothwendigen Annahme, dass das Flav-

anilin nicht die Orthoamidoverbindung des Flavolins ist, sondern die Para-Verbindung. Bei der Farbstoffbildung aus reinem Orthoamidoacetophenon, welche bei 250° ganz sicher eintritt, wird nämlich ein kleiner Theil des Orthoamidoacetophenons in die Para-Verbindung umgewandelt.

Synthese des Flavolins. Orthoamidoacetophenon ist für Chinolinsythesen ebenso gut verwendbar wie Orthoamidobenzaldehyd. Alle die eleganten Synthesen von Chinolin und seinen Abkömmlingen, welche Friedländer[1]) aus Orthoamidobenzaldehyd mit Aldehyden und Ketonen ausgeführt hat, lassen sich in derselben Weise mit Orthoamidoacetophenon ausführen. Mischt man das Letztere in wässriger Lösung mit Paraldehyd und Natronlauge, so bildet sich ein wenig γ-Lepidin. Letzteres wird demnächst ausführlicher beschrieben.

Zur Synthese des Flavolins wurden gleiche Moleküle Orthoamidoacetophenon und Acetophenon in verdünntem Alkohol gelöst, dann einige Cubikcentimeter 10procentiger Natronlauge zugefügt und nun mehrere Stunden unter häufigem Umschütteln auf dem Wasserbade erhitzt. Man dampft dann den meisten Alkohol ab, schüttelt mit Aether aus und entzieht der ätherischen Lösung die Basen mit Salzsäure. Etwa nicht angegriffenes Acetophenon bleibt im Aether. Die salzsaure Lösung scheidet sofort oder nach dem Concentriren das in Salzsäure schwer lösliche salzsaure Salz des Flavolins ab, welches durch Umkrystallisiren aus Salzsäure vollkommen rein in langen weichen Nadeln erhalten wurde.

Das aus dem salzsauren Salz durch Natronlauge als Oel abgeschiedene Flavolin erstarrte beim Abkühlen zu schönen weissen Blättern oder dicken Tafeln. Nach dem Umkrystallisiren aus Ligroin wurden blendendweisse dicke

---

1) Berichte XV 2573 und XVI 1833.

Tafeln erhalten, welche zuweilen wie Würfel aussehen. Der Schmelzpunkt wurde bei 65—66° gefunden, ist also vollkommen gleich dem Schmelzpunkt des Flavolins aus Acetanilid.

Das synthetisch erhaltene Flavolin bildete ein Platinsalz, welches ebenfalls vollkommen mit dem früher beschriebenen Salz der Base aus Flavenol übereinstimmte.

Bei der Analyse desselben wurden folgende Daten gewonnen:

0,1346 gr Subst. (bei 100° getrocknet) gaben 0,0307 gr Pt.

	Gefunden	Berechnet für $(C_{16}H_{13}N \cdot HCl)_2 + PtCl_4$
Pt	22,8	22,95

Diese Flavolinsynthese, welche vollkommen glatt verläuft, zeigt, dass die früher geäusserte Ansicht über diese Base die richtige ist.

CH_3 | CO | NH_2 + CH_3 | CO | C_6H_5 = CH_3 | C | CH | $C—C_6H_5$ | N + $2\,H_2O$

α-Phenyl-γ-Lepidin (Flavolin).

Synthese des Flavanilins aus Orthoamidoacetophenon und Paramidoacetophenon.

Gleiche Moleküle dieser Basen wurden mit etwa dem gleichen Gewicht Chlorzink gemengt und nun auf dem Wasserbade erwärmt. Die Farbstoffbildung beginnt schon bei 40 bis 50°, eine vollständige Umsetzung wird jedoch erst bei Wasserbadtemperatur erreicht.

Nach mehrstündigem Erhitzen ist die gelbe Masse zähe geworden. Man kocht nun mit Wasser, dem man einige Tropfen Salzsäure zugefügt hat, aus und versetzt mit einer concentrirten Kochsalzlösung.

Der ausgeschiedene Farbstoff wurde mit Kochsalzlösung gewaschen, dann abermals in heissem Wasser gelöst und mit etwas Chlornatrium versetzt. Die concentrirte Lösung schied reichlich prächtige gelbrothe Krystalle mit bläulichem Oberflächenschimmer ab, die sich in nichts vom salzsaurem Flavanilin unterschieden. Diese Methode der Flavanilinbildung verläuft so glatt, dass aus 1 gr des Gemenges an Ortho- und Paramidoacetophenon gleich beim ersten Versuch 1/2 gr krystallisirten Farbstoffes gewonnen wurde. Bedenkt man die erheblichen Verluste, die beim Arbeiten mit solch kleinen Mengen unvermeidlich sind, so kann man die Synthese als eine elegante und glattverlaufende bezeichnen.

Nachdem dann noch zum Ueberfluss das synthetische Flavanilin in Flavenol übergeführt wurde, wurde letzteres sowohl durch seinen Schmelzpunkt 238°, wie auch durch Ueberführung in Acetylflavenol vom Schmelzpunkt 128° identifizirt.

Der Process lässt sich durch folgendes Schema ausdrücken:

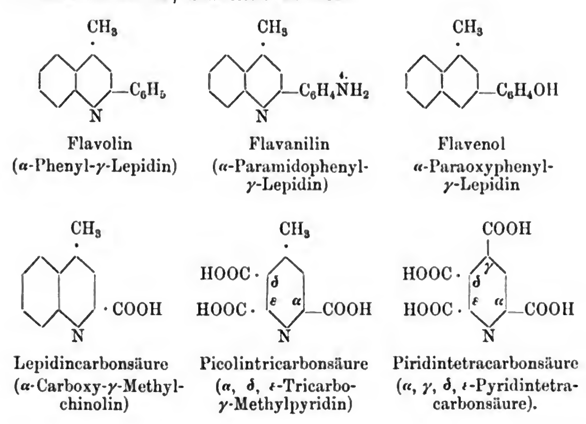
$C_6H_4(CO \cdot CH_3)(NH_2)$ + $CH_3 \cdot CO \cdot C_6H_4 \cdot NH_2$ = Flavanilin (C_6H_4 mit $N = {}^{\alpha}C - C_6H_4 - NH_2$ und ${}^{\gamma}C(CH_3) = CH$)

Orthoamidoacetophenon + Paramidoacetophenon = Flavanilin.

Das Flavanilin ist also α-Paramidophenyl-γ-Lepidin.

Durch diese glattverlaufenden Synthesen darf die Frage nach der Constitution der Abkömmlinge des Flavanilins, sowie der Bildungsprocess des Letzteren aus Acetanilid als definitiv erledigt betrachtet werden — ja man kann mit

Recht behaupten, dass das Flavanilin zu den am Besten studirten und aufgeklärten Farbstoffen gehört. Zum Schluss seien nochmals die Constitutionsformeln der beschriebenen Körper zusammengestellt. Man wird die beschriebenen Carbonsäuren, deren Stellung ebenso sicher ist, wie die der anderen aromatischen Substanzen, welche man zur Feststellung der Ortsisomerien benutzt, in Zukunft häufiger zur Entscheidung zweifelhafter Stellung von Chinolin- und Pyridincarbonsäuren, brauchen können.



Flavolin (α-Phenyl-γ-Lepidin)

Flavanilin (α-Paramidophenyl-γ-Lepidin)

Flavenol α-Paraoxyphenyl-γ-Lepidin

Lepidincarbonsäure (α-Carboxy-γ-Methylchinolin)

Picolintricarbonsäure (α, δ, ε-Tricarbo-γ-Methylpyridin)

Piridintetracarbonsäure (α, γ, δ, ε-Pyridintetracarbonsäure).

Oeffentliche Sitzung

zur Vorfeier des Geburts- und Namensfestes Seiner Majestät des Königs Ludwig II.

am 25. Juli 1885.

Wahlen.

Die in der allgemeinen Sitzung vom 20. Juni vorgenommene Wahl neuer Mitglieder hatte die allerhöchste Bestätigung erhalten, und zwar:

A. Als ordentliches Mitglied:

Dr. Paul Heinrich Groth, ordentl. Professor der Mineralogie an der Universität München.

B. Als ausserordentliches Mitglied:

Dr. Richard Hertwig, ordentl. Professor der Zoologie und vergleichenden Anatomie an der Universität München.

C. Als auswärtige Mitglieder:

Dr. Ferdinand Römer, k. preussischer geheimer Bergrath und Professor der Geologie und Paläontologie an der Universität Breslau.

Dr. Ferdinand von Müller, Government Botanist in Melbourne (Australien).

D. Als correspondirende Mitglieder:

Dr. Viktor Hensen, ordentl. Professor der Physiologie an der Universität Kiel.

Dr. Willy Kühne, grossherzogl. badischer geheimer Rath und ordentl. Professor der Physiologie an der Universität Heidelberg.

Dr. Rudolf Fittig, ordentl. Professor der Chemie an der Universität Strassburg.

Verzeichniss der eingelaufenen Druckschriften.

Januar bis Juni 1885.

Die verehrlichen Gesellschaften und Institute, mit welchen unsere Akademie in Tauschverkehr steht, werden gebeten, nachstehendes Verzeichniss zugleich als Empfangsbestätigung zu betrachten. — Die zunächst für die I. und III. Classe bestimmten Druckschriften sind in deren Sitzungsberichten 1885 Heft 2 verzeichnet.

Von folgenden Gesellschaften und Instituten:

Observatory in Adelaide:

Meteorological Observations during the year 1882. 1885. fol.

Académie Royale des Sciences in Amsterdam:

Verslagen. Afd. Natuurkunde. Deel. 19. 20. 1884. 8⁰.

Zoolog. Genootschap Natura artis magistra in Amsterdam:

Bijdragen tot de Dierkunde. 11ᵉ aflevering, 2ᵉ gedeelte. 1884. fol.

Johns Hopkins University in Baltimore:

American Chemical Journal. Vol. 6. Nr. 5. 6. Vol. 7. Nr. 1. 1884 bis 1885. 8⁰.

American Journal of mathematics. Vol. VII. 2. 3. 1885. 4⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Bamberg:

13. Bericht. 1884. 8⁰.

Bataviaasch Genootschap van Kunsten en Wetenschappen in Batavia:

Nederlandsch Nieuw Guinea en de Papoesche Eilanden door A. Haga. Deel I. II. 1884. 8⁰.

K. Akademie der Wissenschaften in Berlin:

C. G. J. Jacobi's gesammelte Werke. Bd. III. 1884. 4⁰.

Deutsche chemische Gesellschaft in Berlin:

Berichte 17. Jahrg. Nr. 18. und 19. 18. Jahrg. Nr. 1—10. 1884—85. 8⁰.

Deutsche geologische Gesellschaft in Berlin:

Zeitschrift. Bd. 36. Heft 3. 4. 1884. 8⁰.

Medizinische Gesellschaft in Berlin:

Verhandlungen aus den Jahren 1883/84. Bd. XV. 1885. 8⁰.

Physikalische Gesellschaft in Berlin:

Die Fortschritte der Physik im Jahre 1878. 34. Jahrg. Abth. I—III. 1884. 8⁰.

K. technische Hochschule in Berlin:

Die Grenzen zwischen Malerei und Plastik und die Gesetze des Reliefs von Guido Hauck. 1885. 4⁰.

K. Preussisches geodätisches Institut in Berlin:

Astronomisch-geodätische Arbeiten in den Jahren 1883 und 1884. Das Mittelwasser der Ostsee bei Travemünde von Wilhelm Seibt. 1885. 4⁰.

Verein zur Beförderung des Gartenbaues in Berlin:

Gartenzeitung. Jahrg. 1884 in 52 Nummern. 8⁰.

Redaction der Zeitschrift für Instrumentenkunde in Berlin:

Zeitschrift. 5. Jahrg. Heft 2—6. 1885. 8⁰.

Allgemeine Schweizerische Gesellschaft für die gesammten Natur-Wissenschaften in Bern:

Neue Denkschriften. Bd. XXIV. Abth. 1. Zürich 1884. 4⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Bern:

Mittheilungen. Jahrg. 1884. Heft II. 1884. 8⁰.

Schweizerische geologische Kommission in Bern:

Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz. Atlas Blatt XVIII. 1885.

Naturforschender Verein in Bonn:

Verhandlungen. 41. Jahrg. 2. Hälfte. 1884. 8⁰.

Société de géographie commerciale in Bordeaux:

Bulletin. 1885. Nr. 1—12. 1885. 8⁰.

Société Linnéenne in Bordeaux:

Actes. Vol. 36. 1883. 8⁰.

Société des Sciences physiques et naturelles in Bordeaux:

Mémoires. 3ᵉ Serie. Tom. I. Paris 1884. 8⁰.

Society of natural history in Boston:

Memoirs. Vol. III. Nr. 8—10. 1884. 4⁰.
Proceedings. Vol. XXII. part. 2. 3. 1883—4. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Bremen:

Abhandlungen. Bd. IX. Heft 2. 1885. 8⁰.

Naturforschender Verein in Brünn:

Verhandlungen. Bd. XXII. Heft 1. 2. 1883. 1884. 8⁰.
Bericht der meteorologischen Commission im Jahre 1882. 1884. 8⁰.

Académie Royale de médecine in Brüssel:

Bulletin 3ᵉ Série tom. 18. Nr. 12. tom. 19. Nr. 1—4. 1884—85. 8⁰.

Société entomologique de Belgique in Brüssel:

Annales. Tom. 23. 29,1. 1884—85. 8⁰.

Société géologique de Belgique in Brüssel:

Annales. Tom. 11. 1883—84. Liége 1883—84. 8⁰.

Société Royale malacologique in Brüssel:

Annales. Tom. XVIII. Année 1883. 8⁰.

Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando in Cadiz:

Almanaque naútico para 1886. Barcelona 1884. 8⁰.
Anales. Seccion 2ᵃ. Año 1883. S. Fernando 1884. fol.

Meteorological Department of the Goverment of India in Calcutta:

Meteorological Observations May—December 1884. 1884—85. fol.
Report of the Administration in 1883—84. fol.
Indian Meteorological Memoirs by Henry F. Blanford. Vol. II. part III. fol.

Geological Survey of India in Calcutta:

Memoirs. Vol. XX. part 1. 2. 1883. 4⁰.
Palaeontologia Indica. Ser. X. Vol. III. part 2—4. Ser. XIV. Vol. I, 3. fasc. 3. 2⁰.
Records. Vol. XVIII. part. 1. 2. 1885. 4⁰.

Philosophical Society in Cambridge:

Proceedings. Vol. V. part 1—3. 1884—85. 8⁰.
Transactions. Vol. XIV. part 1. 1885. 4⁰.

Astronomical Observatory of Havard College in Cambridge U. S. A.:

Annals. Vol. XIV. part 2. 1885. 4⁰.

Museum of comparative Zoölogy in Cambridge U. S. A.:

Bulletin. Vol. VII. Nr. 2. 3. 5—8. 11. 1881—84. 8⁰.
Memoirs. Vol. XI. Part I. 1884. 4⁰.

American Medical Association in Chicago:

Journal. Vol. III. Nr. 24—26. Vol. IV. Nr. 1—24. 1884—85. 8⁰.

Editorial Committee of the Norwegian North-Atlantic Expedition in Christiania:

Den Norske Nordhavs-Expedition 1876—1878. Nr. XII. XIII. 1885. fol.

Naturforschende Gesellschaft Graubündens in Chur:

Jahresbericht. Neue Folge. Jahrg. 27. 1882/83. 1884. 8⁰.

Redaktion der Chemiker Zeitung in Cöthen:

Chemiker Zeitung 1885. 1—26. 28—51. 1885. Fol.

Kgl. Akademie der Wissenschaften in Copenhagen:

Skrifter. Naturvidenskabelig Afd. Bd. I, 11. Bd. II, 7. 1885. 4⁰.

Academia nacional de ciencias in Córdoba, Rep. Arg.:

Boletin. Tom. VI. entr. 4.
" " VII. " 1—4.
" " VIII. " 1. Buenos Aires 1884—85. 8⁰.

Academy of Natural Sciences in Davenport, Jowa:

Elephant Pipes in the Museum of the Academy of natural sciences in Davenport. 1885. 8⁰.

École polytechnique in Delft:

Annales. 1er & 2e livraison. Leide 1884 u. 85. 4⁰.

Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität Dorpat:

Sitzungsberichte. 7. Bd. 1. Heft. 1884. 1885. 8⁰.
Archiv für die Naturkunde Liv- Esth- und Kurlands. II. Serie. Bd. X. Lief. 1. 1884. 8⁰.
Schriften. I. John Türstig. Untersuchungen über die Entwicklung der primitiven Aorten. 1884. 8⁰.

Union géographique du Nord de la France in Douai:

Bulletin 4e année 1883 Nr. 41. 42.
" 5e " 1884 " 6—10.
" 6e " 1885 " 1. 1884—85. 8⁰.

Royal Society in Dublin:

The scientific Proceedings. N. S. Vol. IV. part. 5. 6. 1884. 8⁰.
The scientific Transactions. Ser. II. Vol. III. Nr. IV—VI. 1884/85. 4⁰.

Botanical Society in Edinburgh:

Transactions and Proceedings. Vol. XVI. part 1. 1885. 8⁰.

Royal Society in Edinburgh:

Proceedings. Session 1881—82 and 1882—83. 1882—83. 8⁰
Transactions. Vol. XXX. part 2. 3.
" " XXXII. " 1. 1882—83. 4⁰.

R. Physical Society in Edinburgh:

Proceedings. Session 1883—84. 1884. 8⁰.
Proceedings. 1856—57 bis 1861—62 und 1878—80 bis 1882—83. 8⁰

Naturforschende Gesellschaft in Emden:

69. Jahresbericht 1883/84. 1885. 8⁰.

Biblioteca nazionale in Florenz:

Pubblicazione del R. Istituto di studi superiori. Sezione di medicina:
Archivio della scuola d'anatomia patalogica diretto da Giorgio Pellizzari. Vol. I. 1881. 8⁰.
Sulle convulsioni epilettiche per veleni, da A. Rovighi e G. Santini. 1882. 8⁰.

Senckenbergische naturforschende Gesellschaft in Frankfurt a/M.:

Bericht 1884. 8⁰.

Société de physique et d'histoire naturelle in Genf:

Mémoires. Tom. XXVIII. 2ᵉ partie. 1883—84. 4⁰.

Redaktion des Archivs für Mathematik in Greifswald:

Archiv der Mathematik und Physik. II. Reihe. Teil I. Heft 4. Teil II. Heft 1. 2. Leipzig 1884 u. 85. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein für Neu-Vorpommern und Rügen in Greifswald:

Mittheilungen. 16. Jahrg. Berlin 1885. 8⁰.

K. Niederländische Staatsregierung im Haag:

Krakatau par R. D. M. Verbeek. I. Partie. Batavia 1885. 8⁰.

Kaiserlich Leopold. Carol. Deutsche Akademie der Naturforscher in Halle:

Leopoldina. Heft XX. 23. 24. Heft XXI. 1—10. 1884—85. 4⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen in Halle:

Zeitschrift für Naturwissenschaften Bd. LVI. Heft 6.
„ LVII. Heft 5. 6.
„ LVIII. Heft 1. 1883—85. 8⁰.

Verein für naturwissenschaftliche Unterhaltung in Hamburg:

Verhandlungen. Bd. V. 1878—82. 1883. 8⁰.

Société Hollandaise des Sciences in Harlem:

Archives Néerlandaises des sciences exactes. Tom. 9. livr. 4. 5. 1884. 8⁰.

Societas pro Fauna et Flora Fennica in Helsingfors:

Meddelanden. Heft XI. 1885. 8⁰.

Verein für siebenbürgische Landeskunde in Hermannstadt:

Archiv N. F. Bd. XIX. Heft 3. 1884. 8⁰.

Royal Society of Tasmania in Hobarttown:

Papers and Proceedings for 1884. Tasmania 1885. 8⁰.

Ministerial-Kommission zar Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

Ergebnisse der Beobachtungs-Stationen 1884. Heft 1—3. Berlin 1885. qu. 4⁰.

Physikalisch-ökonomische Gesellschaft in Königsberg:

Schriften. 25. Jahrg. 1884. Abth. I. II. 4⁰.

Akademie der Wissenschaften in Krakau:

Pamiętnik matemat. Tom. IX. 1884. 4⁰.
Zabytki przedhistoryezne seryja I. Heft 3. 1885. 4⁰.
Rozprawy matemat. tom 12. 1884. 8⁰.
Jan Bro'zek (J. Broscius) Akademik Krakowski 1585—1652. 8⁰.

Société Vaudoise des Sciences naturelles in Lausanne:

Bulletin. 2ᵉ Serie. Vol. XX. Nr. 91. 1885. 8⁰.

Astronomische Gesellschaft in Leipzig:

Vierteljahrsschrift 19. Jahrg. Heft 4. 1884. 8⁰.

Redaktion des Journals für praktische Chemie in Leipzig:

Journal N. F. Bd. XXX. Heft 4—11.
" " " " XXXI. Heft 1—7. 1884—85. 8⁰.

Her Majesty's Stationery office in London:

Report of the scientific Results of the Voyage of H. M. S. Challenger. Zoology. Vol. XI. 1884. 4⁰.
Narrative. Vol. I. in 2 parts. 1885. 4⁰.

R. Astronomical Society in London:

Monthly Notices. Vol. 45 Nr. 2—7. 1884—85. 8⁰.

Chemical Society in London:

Journal Nr. 266—271. 1885. 8⁰.
Abstracts of the Proceedings. Session 1884. Nr. 10. 11. Session 1885. Nr. 1. 2. 1884—85. 8⁰.

Geological Society in London:

The quarterly Journal. Vol. 40. part 1—4. 1884. 8⁰.
List of the Fellows. Nov. ˢᵗ. 1884. 8⁰.

Royal medical and chirurgical Society in London:

Transactions. II. Ser. Vol. 49. 1884. 8⁰.

R. Microscropical Society in London:

Journal. Ser. II. Vol. V. part 1. 2. 3. February—June 1885. 8⁰.

Zoological Society in London:

Proceedings. 1884. part IV. 1885. 8⁰.

R. Accademia di Scienze in Lucca:

Carlo Piaggia, Dell' arrivo fra i Niam-Niam. 1877. 8⁰.

Société géologique de Belgique in Lüttich:

Annales. Tom. X. 1882--83. 8⁰.

R. Istituto Lombardo di Scienze in Mailand:

Memorie. Classe di scienze. Vol. XV. 2. 3. 1884. 4⁰.

R. Osservatorie di Brera in Mailand:

Pubblicazioni Nr. XXV. 1883. fol.
„ Nr. XVIII. 1885. fol.

Royal Society of Victoria in Melbourne:

Transactions. Vol. XX. 1884. 8⁰.

Académie des sciences et lettres in Montpellier:

Mémoires. Section de Médecine. Tom. V. fasc. 3. 1884. 4⁰.

Société Impériale des Naturalistes in Moskau:

Bulletin. Année 1884. Nr. 2. 1884. 8⁰.

Deutsche Gesellschaft für Anthropologie in Berlin und München:

Correspondenzblatt. XV. Jahrg. 1884. Nr. 11. 12. XVI. Jahrg. 1885. Nr. 1. 2. 6. München 1884—85. 8⁰.

Zoologische Station in Neapel:

Mittheilungen. Bd. V. Heft 3. 4. Leipzig 1884. 8⁰.
„ „ VI. „ 1. Berlin 1885. 8⁰.

Société des Sciences naturelles in Neuchatel:

Bulletin. Tom. 14. 1884. 8⁰.

North of England Institute of Engineers in Newcastle-upon-Tyne:

Transactions. Vol. XXXIV, part 1—3. 1885. 8⁰.
An account of the Strata of Northumberland and Durham. F—K. 1885. 8⁰.

Redaction des American Journal of Science in New-Haven:

The American Journal of Science. November 84 — March 85. Nr. 167 bis 171. 1884—85. 8⁰.

Verein für Naturkunde in Offenbach:

24. und 25. Bericht in den Jahren 1882/83 und 1883/84. 1885. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Osnabrück:

6. Jahresbericht für die Jahre 1883 und 1884. 1885. 8⁰.

Geological and Natural History Survey of Canada in Ottawa, Canada:

Descriptive Sketch of the physical Geography and Geology of the Dominion of Canada by Alfred R. C. Selmyn and G. M. Dawson. Montreal 1884. 8⁰ mit einer geolog. Map of the Dominion of Canada in 2 Blättern.

Società Veneto-Trentina di scienze naturali in Padua:

Atti. Vol. IX. Fasc. 1. 1884. 8⁰.

Académie des Sciences in Paris:

Comptes Rendus. Tom. 99. Nr. 26.
„ „ „ 100. Nr. 1—25. 1884—85. 4⁰.

Académie de médecine in Paris:

Bulletin. 1884. Nr. 53.
Bulletin. 1885. Nr. 1—25. 1884—85. 8⁰.

École polytechnique in Paris:

Journal. Cahier 54. 1884. 4⁰.

Redaction des Moniteur scientifique in Paris:

Moniteur scientifique. 3ᵉ Ser. tom. XV. Livr. 517—523. 1885. gr. 8⁰.

Société d'anthropologie in Paris:

Bulletins. 3ᵉ Série. Vol. VII. (1884) fasc. 4. u. 5.
„ „ „ „ VIII. (1885) fasc. 1. 1884—85. 8⁰.

Société de géographie in Paris:

Bulletin 4ᵉ trimestre 1884. 1ᵉ trimestre 1885. 8⁰.
Comptes rendus 1885. Nr. 2. 5. 6. 11—13. 8⁰.

Société Zoologique de France in Paris:

Bulletin pour l'année 1884. Partie 5. 6. 1884—85. 8⁰.

Ungarische Akademie der Wissenschaften in Pest (Budapest):

Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. Bd II. 1884. 8⁰.

K. Ungarische geologische Anstalt in Pest (Budapest):

Földtani intézet évkonyve. Bd. VII. 2—4. 1884. 8⁰.
Mittheilungen aus dem Jahrbuch. Bd. VII. 2—4.
Földtani Közlöny. Bd. XIV. 9—12. und General Register.
„ „ Bd. XV. 1—5. 1884—85. 8⁰.
Geolog. Karte von Ungarn. Bl. Klausenburg mit Erläuterungen. 1885. 8⁰.

K. Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg:

Mélanges biologiques. Tom. XII. livr. 1. 1884. 8⁰.

Geologisches Comité in St. Petersburg:

Iswestija 1884. Nr. 8—10. 1885. Nr. 1—5. 8⁰.
Materialien zur Zoologie von Turkestan I. 1880. 4⁰.
Materiali dlä geologii turkestonskago. kraja I. 1884. 4⁰.
Mémoires du comité geologique. Vol. II. Nr. 1. 1885. 4⁰.
Die Cephalopodenfauna der Jurabildungen. 1884. 4⁰.
Geologische Karte des Ostabhanges des Urals von A. Karpinsky. 3 Blatt und Carte Géologique générale de la Russie d'Europe, 1 Blatt.

Chemisch-physikalische Gesellschaft an der Kais. Universität in St. Petersburg:

Schurnal. Tom. XVI. Nr. 9. Tom. XVII. Nr. 1—5. 1884—85. 8⁰.

Physikalisches Central-Observatorium in St. Petersburg:

Annalen. 1883. Theil I. II. 1884. 4⁰.

Kaiserliche Universität in St. Petersburg:

Trudy etc. Arbeiten der St. Petersburger Naturforscher-Gesellschaft. Bd. XII. 1. 2. XIII. 1. 2. XIV. 1. 2. XV. 1. 1882—84. 8⁰.
Ljapunow, Ueber die Stabilität der ellipsoidalen Formen des Gleichgewichts rotirender Flüssigkeiten. 1884. 4⁰.

Academy of natural Sciences in Philadelphia:

Proceedings. 1884. part II. III.
„ 1885. „ I. 1884—85. 8⁰.

American Pharmaceutical Association in Philadelphia:

Proceedings at the 32th meeting held at Milwaukee. August 1884. 1885. 8⁰.

American philosophical Society in Philadelphia:

Proceedings. Vol. XXI. Nr. 116. 1884. 8⁰.
Register of Papers published in the Transactions and Proceedings of the American philos. Soc. 1884. 8⁰.

Second geological Survey of Pennsylvania in Philadelphia:

A.A. 2. AA. A.C. (Text und Atlas).
C.C. 2. C. 3. C. 4. C. 6. D.D. 2. D. 3. (2 vols. Text und Atlas).
D. 5. E. F. GG. 2. G. 3. G. 4. G. 5. G. 6. G. 7. H.H. 2. H. 3. H. 4. H. 5. H. 6. H. 7. 1876—1884. 8⁰.

Società Toscana di scienze naturali in Pisa:

Atti. Memorie. Vol. IV. fasc. 3. 1885. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Regensburg:

Correspondenzblatt. 38. Jahrg. 1884. 8⁰.

Naturforscher-Verein in Riga:

Korrespondenzblatt. XXVII. 1884. 8⁰.

R. Accademia dei Lincei in Rom:

Atti. Serie III. Memorie della classe di scienzi fisiche. Vol. 14—17. 1883/84. 4⁰.

Accademia Pontifiia dei Nuovi Lincei in Rom:

Atti. Anno 36. sessione 5—11. 1884. 4⁰.
„ „ 37. „ 1. 1885. 4⁰.

R. Comitato geologico d'Italia in Rom:

Bolletino 1884. Nr. 11. 12.
„ 1885. Nr. 1—4. 1884—85. 8⁰.

Peabody Academy of Science in Salem:

Annual Reports of the Trustees 1874 to 1884. 1885. 8⁰.

American Association for the advancement of Science in Salem:

Proceedings. 32th meeting held at Minneapolis. August 1883. 1884. 8⁰.

Naturwissenschaftliche Gesellschaft in St. Gallen:

Bericht für d. J. 1882/83. 1884. 8⁰.

California Academy of Sciences in San Francisco:

Bulletin. 1885. 2. 3. 8⁰.

Thüringischer botanischer Verein „Irmischia" in Sondershausen:

Abhandlungen. III. Heft p. 33—44. 1884. 8⁰.
Irmischia. 1884. Nr. 10—12. 1885. Nr. 1. 2. 1884—85. 8⁰.
Irmischia. II. Jahrg. Nr. 8—12. 1882.

K. Akademie der Wissenschaften in Stockholm:

Meteorologiska Jakttagelser. Bd. 20. 21. (1878—1879). 1882—83. 4⁰.
Fries, Icones Selectae Hymeromycetum. II. 7—10. 1883. fol.
Astronomiska Jakttagelser. Bd. II. 1. 3. 1881—83. 4⁰.

Entomologisk Förening in Stockholm:

Entomologisk Tidskrift. 5. Årg. 1884. Heft 3. 4. 1884. 8⁰.

Société des Sciences in Strassburg:

Bulletin mensuel Tom. 18. fasc. 11—12. Nov.—Dez. 1884.
„ „ „ 19. „ 1—6. Janvier—Juin 1885. 1884—85. 8⁰.

Oficina metórologica Argentina in Buenos-Aires:

Anales. Tomo. IV. 1884. 4⁰.

Royal Society of New-South-Wales in Sydney:

Journal and Proceedings. 1882—83. Vol. XVI. XVII. 1883 u. 1884. 8⁰.

Canadian Institute in Toronto:

Proceedings. Ser. III. Vol. II. fasc. 3. 1884. 8⁰.
" " " Vol. III. fasc. 1. 1885. 8⁰.

K. Nederlandsch Meteorologisch Instituut in Utrecht:

Nederlandsch meteorologisch Jaarboek voor 1884. 36. Jaargang. 1885. 4⁰.

Société provinciale des Arts et Sciences in Utrecht:

De Plaatsbepaling bij de Aromatische Lichamen door J. D. van der Plaats. 1883. 4⁰.

National Academy of Sciences in Washington:

Memoirs. Vol. II. 1883. 1884. 4⁰.

Bureau of Ethnology in Washington:

Second annual Report 1880—81 by J. W. Powell. 1883. 4⁰.

Coast Survey of the United States in Washington:

Annual Report for the year ending June 1883. 1884. 4⁰.

U. S. Geological Survey in Washington:

3d Annual Report 1881—82 by J. W. Powell. 1883. gr. 8⁰.
Geology of the Comstock Lode and the Washoe District, with Atlas. By George E. Becker. 1882 in 4⁰ and in fol.

U. S. Naval Observatory in Washington:

Report of the Superintendent for the year ending Oct. 1884. 8⁰.
Astronomical Observations during the year 1880. 1884. 4⁰.

Bureau of Navigation in Washington:

Astronomical Papers. Vol. III. part II. III. 1884. 4⁰.

Chief Signal Officer, U. S. Army in Washington:

Annual Report for the year 1883. 1884. 8⁰.

K. K. geologische Reichsanstalt in Wien:

Jahrbuch. 1884. 34. Bd. H. 4. u. 1885. Heft 1. 1884—85. 4⁰.
Verhandlungen 1884. Nr. 13—18. 1885. Nr. 1—7. 1884—85. 4⁰.
Abhandlungen. Bd. XI. Abth. I. (Beiträge zur Kenntniss der Flora der Vorwelt. Bd. II.) 1885. fol.

American geographical Society in New-York:

Bulletin 1884. Nr. 3. 4. 8⁰.

Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien:

Jahrbücher. Jahrgang 1882. Bd. XXVII. (N. Folge. Bd. XIX.) 1884. 4⁰.

K. K. Gesellschaft der Aerzte in Wien:

Medizinische Jahrbücher. Jahrg. 1884. Heft 4. 1885 Heft 1. 1884 u. 1885. 8⁰.

Anthropologische Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen XIV. Bd. Heft 4. 1884. 4⁰.

Geographische Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. 27. Bd. 1884. 8⁰.

Zoologisch botanische Gesellschaft in Wien:

Verhandlungen. 34. Bd. Jahrg. 1884. 1885. 8⁰.
Personen, Orts- und Sachregister der 3. zehnjährigen Reihe (1871 bis 1880). 1884. 8⁰.

Nassauischer Verein für Naturkunde in Wiesbaden:

Jahrbücher. 37. Jahrg. 1884. 8⁰.

Physikalisch medizinische Gesellschaft in Würzburg:

Verhandlungen. N. F. Bd. XVIII. 1884. 8⁰.
Sitzungsberichte. Jahrg. 1884. 8⁰.

Schweizerische meteorologische Central-Anstalt in Zürich:

Annalen 1883. 1885. 4⁰.

Von folgenden Privaten:

Herr Eduardo Abreu in Lissabon:

Algumas fumigações á carga do vapor allemão „Rosario". 1885. 8⁰.

Herr M. Berthelot in Paris:

Les origines de l'alchimie. 1885. 8⁰.

Herr Emil Czyrniánski in Krakau:

Chemisch-physische Theorie. 1885. 8⁰.

Herr G. F. Donders in Utrecht:

Onderzoekingen. III. Reeks Nr. IX. 1884. 8⁰.

Her Henry Draper in New-York:

On the use of Carbon bisulphide in Prisms. New-Haven 1885. 8⁰.

Herr Ernst Ebermeyer in München:

Die Beschaffenheit der Waldluft. Stuttgart 1885. 8⁰.

Herr M. Hébert in Paris:

Sur les tremblements de terre du midi de l'Espagne. 1885. 4⁰.

Herr Éd. Jannetaz in Paris:

Les Roches. 1884. 8⁰.

Herr Nikolai von Kokscharow in St. Petersburg:

Materialien zur Mineralogie Russlands. Bd. IX. S. 81—272. 1885. 8⁰.

Herr L. A. Huguet, Latour in Montreal, Canada:

Report on the agricultural Interests of Canada. Ottawa 1884. 8⁰.

Herr Elias Loomis in New-Haven:

Contributions to Meteorology. 1885. 4⁰.

Herr Sven Lovén in Stockholm:

On Pourtalesia, a genus of Echinoidea. With 21 plates. 1883. 4⁰.

Herr Stanislas Meunier in Paris:

Traité de Paléontologie pratique. 1885. 8⁰.

Herr Baron Ferdinand von Müller in Melbourne:

Eucalyptographia X^{th} Decade 1884. 4⁰.

Herr A. Nehring in Berlin:

Ueber eine neue Art von Wildschweinen auf Süd-Ost Borneo. 1885. 8⁰.

Herr Giovanni Omboni in Padua:

Penne fossili del Monte Bolca. Venedig 1885. 8⁰.

Herr Gerhard vom Rath in Bonn:

Mineralogische Notizen. 1885. 8⁰.
Vorträge und Mittheilungen. 1885. 8⁰.

Herr Eduard Regel in St. Petersburg:

Gartenflora. Dez. 1884. Stuttgart 1884. 8⁰.
Acta horti Petropolitani. Tom. VIII. 3. IX. 1. 1884. 8⁰.
Descriptiones plantarum novarum fasc. IX.
" " " fasc. VII. Supplem.
" " " fasc. VIII. Supplem. 1884. 8⁰.

Herr Alfred Ritter von Urbanitzky in Wien:

Die Elektricität im Dienste der Menschheit. 1885. 8⁰.
Die elektrische Beleuchtung und ihre Anwendung in der Praxis. 1882. 8⁰.
Die elektrischen Beleuchtungs-Anlagen. 1883. 8⁰.
Ueber die Schichtung des elektrischen Lichtes. 1877. 8⁰.
Neueste Ergebnisse und praktische Fortschritte der Elektricität. (1882). 8⁰.
Ueber die Erscheinungen in Geissler'schen Röhren von Edm. Reitlinger und Alfred v. Urbanitzky. Abt. I. II. 1879—80. 8.

Herr E. Wartmann in Genf:

Le rhéolyseur compensé. 1885. 8⁰.

Herr Jacob J. Weyrauch in Stuttgart:

Aufgaben zur Theorie elastischer Körper. Leipzig 1885. 8⁰.
Das Princip von der Erhaltung der Energie. Leipzig 1885. 8⁰.

Herr Rudolf Wolf in Zürich:

Das Schweizerische Dreiecksnetz, von der Schweiz. geodätischen Kommission herausgegeben. Bd. II. 1885. 4⁰.
Astronomische Mitteilungen Nr. LXIII. 1884. 8⁰.

Herr Sigismond de Wroblewski in Krakau:

Comment l'air a été liquefié. Réponse à l'article de M. J. Jamin. Paris 1885. 8⁰.

Sitzungsberichte

der

königl. bayer. Akademie der Wissenschaften.

Mathematisch-physikalische Classe.

Sitzung vom 7. November 1885.

Herr P. Groth spricht über:

„Die Minerallagerstätten des Dauphiné."

Die durch landschaftliche Grossartigkeit, wie durch ihre altberühmten Mineralvorkommen ausgezeichnete Gegend von Bourg d'Oisans ist wohl seit einer Reihe von Jahrzehnten nicht mehr von deutschen Mineralogen, ja selbst von französischen Fachgenossen sehr selten besucht worden. Während wir von den in vielen Beziehungen ähnlichen Minerallagerstätten der Schweizer Alpen eine ziemlich eingehende Kenntniss haben, welche sich durch die genauen Angaben der Fundpunkte in den Arbeiten über die betreffenden Mineralien wie in den Lehr- und Handbüchern ausprägt, sind die Fundortsangaben über die Mineralien des Dauphiné, selbst in französischen mineralogischen Werken, von einer bemerkenswerthen Ungenauigkeit und Allgemeinheit, und eine nähere Beschreibung der Lagerstätten der dortigen, in allen Sammlungen verbreiteten Mineralien vermissen wir selbst in dem ausführlichsten Werke über das Dauphiné von Ch. Lory (Description géologique du Dauphiné, Paris-Grenoble 1860).

Gelegentlich einer Reise, welche ich im Jahre 1882 nach Centralfrankreich unternahm, war es mir vergönnt, in Gemeinschaft mit Herrn G. Seligmann aus Coblenz acht Tage in jener Gegend zuzubringen und eine Reihe von Notizen zu sammeln, deren Ausarbeitung sich durch meine bald darauf erfolgte Uebersiedelung nach München verzögerte. Auf Empfehlung des Herrn F. Gonnard in Lyon, des verdientesten Kenners der französischen Mineralvorkommen, setzten wir uns mit dem in Bourg d'Oisans selbst wohnhaften Mineraliensammler Nap. Albertazzo in Verbindung, der uns auf unseren Excursionen ein vortrefflicher Führer war, und dessen ausgebreitete Kenntniss der Fundpunkte der ganzen Gegend allein es ermöglichte, einigen Einblick in den geologischen Bau derselben und die Art des Vorkommens der Mineralien, welche dieselbe so berühmt gemacht haben, zu erhalten.[1])

Wenn es auch bei einem so kurzen Besuche natürlich nicht möglich war, mehr als ein flüchtiges Bild der Verhältnisse zu gewinnen, so dürften die folgenden Mittheilungen doch immerhin Einiges zur Vervollständigung unserer Kenntniss alpiner Minerallagerstätten beitragen und vielleicht zu weiterer Erforschung dieser so hochinteressanten Gegend anregen, vor Allem aber sollen dieselben einige Ungenauigkeiten und Verwechselungen in den bisherigen Fundortsangaben beseitigen. Die an Ort und Stelle gesammelten und grösstentheils der Strassburger Universitätssammlung einverleibten Mineralien gestatteten ferner einige Ergänzungen zu den bisherigen Untersuchungen derselben zu geben, welche ebenfalls im Folgenden mitgetheilt werden sollen. Was die mitgebrachten Gesteinsproben betrifft, so wurden dieselben noch in Strassburg gemeinsam mit meinem damaligen Collegen E. Cohen

1) Auch Denjenigen, welche Mineralien oder Gesteine jener Gegend zu acquiriren wünschen, kann ich Herrn Albertazzo angelegentlichst empfehlen.

untersucht, während eine Anzahl anderer Stücke nachträglich noch für die petrographische Sammlung der Universität Strassburg von Albertazzo bezogen wurde. Diese unterwarf Professor Cohen ebenfalls einer mikroskopischen Untersuchung und stellte mir die Resultate derselben freundlichst zur Verfügung, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen Dank ausspreche. So ist es mir möglich gemacht, wenigstens den vorherrschenden Charakter derjenigen Gesteine der archäischen Formation anzugeben, in welchen die Mineralfundstätten gelegen sind, und dadurch für eine Vorstellung über deren Bildung einigen Anhalt zu gewinnen.

Die von Gneiss und Granit gebildete Centralkette der Westalpen verläuft vom Montblanc bis zur Grande-Lance, dem südlichen Ende der Chaîne de Belledonne (18 Kilometer östlich von Grenoble) von NNO—SSW, und dieselbe Richtung besitzt die zugehörige und nur oberflächlich durch ein Band von Juraschichten davon getrennte Urgebirgspartie der Grandes Rousses, genau östlich von der Grande-Lance gelegen. Während in der südlich von dem letztgenannten Berge sich anschliessenden und nur durch die tief eingeschnittene Gorge de la Romanche davon getrennten Gruppe des Taillefer der Verlauf der Kette auf eine kurze Strecke ein genau nord-südlicher ist, nimmt sie von hier ab die Richtung NW—SO an, wie sie in dem nunmehr folgenden, mächtigen Urgebirgsmassive des Oisans und in der Kette des Monte Viso deutlich ausgeprägt ist und bis zum Abfalle der Alpen in das mittelländische Meer die herrschende bleibt. Diese letztere Richtung besitzt im grösseren Theile seines Verlaufes das Thal des Venéon, welcher im südöstlichen Theile des Oisans, am Pelvoux, entspringend, jenes Massiv in zwei, im Süden zusammenhängende Partien theilt, von welchen die südwestliche in einer Kette culminirt, welche direct auf den Tail-

lefer zuläuft, während die nordöstliche ein durchschnittlich 3000 m hohes, allmählich nach NW sich senkendes Plateau bildet, dessen Oberfläche von mächtigen Gletschern (vor allen dem 8 Kilometer langen und 3 Kilometer breiten Glacier de Mont-de-Lans) bedeckt ist, und auf welches die höchsten Gipfel der Dauphinéer Alpen: Pelvoux 4178 m, Aiguille du Plat 3602 m, la Meije 3987 m u. a., in der dunklen Farbe ihrer schauerlich steilen Abstürze scharf sich abhebend von der umgebenden Eisfläche, aufgesetzt sind. In die Westseite dieses Plateaus, unmittelbar am Südende des Mont-de-Lans-Gletschers, ist 1000—1500 m tief eingeschnitten die enge, von fast senkrechten Wänden gebildete Gorge de la Selle, deren Gletscherbach, le ruisseau du diable, aus dem im obersten Theile des Thales sich herabsenkenden Glacier de la Selle entspringend, aus seiner ostwestlichen Richtung durch den südlichen Vorsprung der Tête du Toura, auf welcher der Weiler Le Puys liegt, nach Süden abgelenkt wird und durch eine unzugängliche enge Schlucht bei St. Christophe in das Thal des Venéon mündet. Das letztere, an dieser Stelle etwas erweitert, verwandelt sich von da abwärts vor Venosc auf eine Strecke von mehreren Kilometern wieder in eine enge und wilde Felsschlucht, und erst von dem letztgenannten Dorfe ab beginnt ein fahrbarer Weg in dem Thale, welches 6—7 Kilometer weiter abwärts sich plötzlich zu dem zwei Kilometer breiten und 12—14 Kilometer langen Bassin von Bourg d'Oisans erweitert, das, ebenfalls von SO—NW sich erstreckend, seine directe Fortsetzung bildet. Nahe der Stelle, wo der Venéon in dieses Bassin eintritt, bei dem Weiler le Clapier, bricht aus einem engen Seitenthale die mächtigere Romanche hervor, die nun dem Thale ihren Namen gibt und mit welcher sich der Venéon bald vereinigt. Südöstlich von la Grave entspringend, durchfliesst jene zuerst ein von O—W gerichtetes Hochgebirgsthal zwischen dem oben beschriebenen Plateau der Meije und des Mont-de-Lans im Süden und dem

circa 2400 m hohen schneefreien Plateau d'Emparis im Norden. Bei le Freney treten die steilen Gehänge näher an den Fluss heran, welcher nun in mehreren Windungen die ihm im Wege liegende Gebirgsmasse, auf deren Abdachung der Weiler Auris (1300 m) liegt, durchbricht und, wie erwähnt, bei le Clapier in das weite Thalbecken von Bourg d'Oisans eintritt. Dieses vollkommen ebene, von jüngeren Alluvionen gebildete Bassin, rings umgeben von circa 1000 m hohen steilen Gehängen, deren obersten Theil meist schon die vielfach gewundenen und geknickten Schichten der schwarzen thonigen Liaskalke bilden, welche auf den Gneiss discordant aufgelagert sind, durchströmt die Romanche nun in seiner ganzen Länge und verlässt es am nördlichen Ende, hier im rechten Winkel sich nach Westen wendend. An dieser Stelle mündet von Norden her das Thal des Olle, in welchem nur 2 Kilometer aufwärts das allen Mineralogen wohlbekannte Dorf Allemont, weiter hinauf Vaujany, gelegen ist. Nachdem die Romanche den letzterwähnten Zufluss aufgenommen hat, tritt sie (ähnlich wie die Reuss bei Andermatt) in ein enges felsiges Thal, die zwischen der Grande-Lance und dem Cornillon befindliche, sogenannte Gorge de la Romanche, und da dieses Thal sich bald nach Südwesten wendet, so umfliesst sie den zuletzt genannten Berg (2500 m), den nördlichsten Ausläufer des Taillefer, fast auf drei Seiten. Etwa 12 Kilometer weiter abwärts beginnt das Gebirge allmählich seinen hochalpinen Charakter zu verlieren, und der Fluss tritt bald darauf bei St. Pierre du Mesage in das Becken von Vizille, unterhalb welcher Stadt er sich mit dem Drac vereinigt, der sich nach einem nur noch kurzen nördlichen Laufe bei Grenoble in die Isère ergiesst. Von letzterer Stadt aus beginnt naturgemäss die Reise in das Oisans in umgekehrter Richtung, und damit ist die Reihenfolge der specieller zu schildernden Partien dieses Gebietes gegeben.

Fundstätten in der Umgegend von Vizille.

Vizille, 13 Kilometer südlich von Grenoble, in einem ziemlich breiten, eine Erweiterung des Thales der Romanche bildenden Becken, liegt noch auf Jura, welcher mit Gypslagern, nach Gueymard[1]) und Lory dem Lias angehörig, an den das Becken nach West begrenzenden Höhen zu Tage tritt. Geht man an letzteren entlang und steigt alsdann südlich nach dem See von Laffrey auf, wobei sich nach rückwärts ein interessanter Blick auf den an der Nordseite der Stadt Grenoble blosgelegten Durchschnitt der mächtigen gefalteten Juraschichten, welche daselbst von der Isère durchbrochen werden, darbietet, so begegnet man noch dicht vor Laffrey dem Jurakalk (mittlerer Lias nach Lory), der hier einen Lagergang von, Pyrit und kleine Bitterspathadern führenden Quarz bedeckt, unter welchem Thonschiefer (Grès à anthracite Lory) ansteht. Die östlich des Sees ansteigenden Höhen sind aber bereits aus Gneiss zusammengesetzt und gleichen in ihrem orographischen Habitus dem des Hauptkammes der Vogesen; nur die über dieselben herüberleuchtenden Gletscherfelder des Oisans lehren, dass man in das Hochgebirge eintritt. Ebenso besteht der ganze Abfall nach dem benachbarten Lac-Mort, nach St. Pierre du Mesage und Isle de Séchilienne hinab aus Gneiss, und zwar aus einer ziemlich gleichmässigen, deutlich schiefrigen, zum Theil schön gefältelten Varietät, welche etwa dem grauen Freiberger Gneiss ähnelt und wahrscheinlich auch das entgegengesetzte, nördliche Gehänge des Romanchethales bildet. Nach Gueymard's Angaben streichen wenigstens die Gneissschichten auf beiden Seiten des Thales übereinstimmend, etwa N-S, also rechtwinkelig zu dessen Richtung, und stehen nahe senkrecht.

1) Gueymard, s. l. min., géol. et metall. du dép. de l'Isère, 1831.

In dem Gebiete dieses Gneisses[1]), wenig südöstlich über dem Dorfe St. Pierre du Mesage, in dessen Nähe, wie früher erwähnt, die Romanche das altkrystallinische Gebirge verlässt und in das Becken von Vizille eintritt, befindet sich in dem, den mässig steilen Abhang bedeckenden Kastanienwalde das Mundloch des noch vollkommen fahrbaren Stollens einer erst seit wenigen Jahren verlassenen Grube, vor deren Stollnort ein, bis 2 Meter mächtiger Gang fast reinen Eisenspaths ansteht. Derselbe ist, besonders am Saalband, durchzogen von Quarzadern und Drusen, welche mit Krystallen von Eisenspath, Quarz, Pyrit (z. Th. mit dünner Brauneisenerzhülle), Bitterspath und wenig Kalkspath bekleidet sind. Der Eisenspath, welcher in den derben Massen oft zahlreiche kleine Pyritkryställchen enthält, erscheint in grösseren Drusen zuweilen allein auskrystallisirt in ziemlich grossen glänzenden Rhomboëdern $(10\bar{1}1)$ R mit matter Basis, ausserdem aber auch mit Pyrit und Quarz in mehr linsenförmigen, durch Parallelverwachsung gebildeten Krystallen, gerundet durch das Hinzutreten von (0001) oR und $(01\bar{1}2)$ — $^1/_2$ R. In den grobspäthigen Partien zeigt er dieselben deutlichen,

1) Gueymard und Lory bezeichnen für diese, wie für die nordöstlich von da liegende Gegend von Vaulnaveys und Allevard (östlich von Grenoble), in welcher zahlreiche Eisenspathgänge vorkommen, deren Nebengestein als „schistes talqueux“, worunter wohl nur grauer feinschuppiger Gneiss zu verstehen ist, wie er wenigstens bei St. Pierre ansteht. Die übrigen Eisenspathvorkommen sind mir allerdings nur aus der Literatur und aus den im Museum zu Grenoble befindlichen Stücken bekannt; letztere stammen von Vaulnaveys (ONO von Vizille), Pierre Plat und Allevard; von dem zuletzt genannten Fundorte liegen ferner in dem Museum zu Lyon Eisenspathstücke mit aufsitzenden Pyritkrystallen der Combination π (210) $\left[\frac{\infty O 2}{2}\right]$ mit kleinem Oktaëder, von Pinsot bei Allevard grosse Hexaëder mit untergeordnetem (111) O. Bei Séchilienne, gegenüber von St. Pierre, sind früher Gänge von Zinkblende, Bleiglanz, Kupferkies und Fahlerz Gegenstand des Bergbaues gewesen.

unzweifelhaft durch Zwillingslamellen hervorgebrachten Ablösungen nach $(01\bar{1}2)$ — ½ R, welche von dem rheinischen Eisenspath allbekannt sind; die Trennungsflächen sind oft vollkommen spiegelnd und bunt angelaufen. Der Bitterspath tritt in farblosen, durchscheinenden, glänzenden und nach der langen Diagonale gestreiften Rhomboëdern $(10\bar{1}1)$ R auf, von Pyrit begleitet; dieselben sitzen auf den gerundeten flachen Eisenspathkrystallen auf und scheinen zuweilen mit den letzteren in gleicher Weise regelmässig verwachsen zu sein, wie es für den Kalkspath von Neudorf am Harze beobachtet wurde (Groth, Mineraliensammlung der Universität Strassburg, S. 130). Der Quarz wurde nur in verhältnissmässig kleinen, oft ganz wasserhellen, dünnprismatischen Krystallen der gewöhnlichen Combination beobachtet, doch könnten immerhin die schönen grossen Krystalle, welche mit der Fundortsbezeichnung „Vizille" aus der Jordan'schen Sammlung in die der Universität Strassburg gelangt sind (l. c. S. 99), aus dieser Grube stammen, da sich an den Stücken Brauneisenerz befindet und auch der Habitus der Krystalle etwas von dem der Quarze von Bourg d'Oisans abweicht. Bemerkt muss freilich werden, dass sich in dem Museum zu Grenoble kein diesem Exemplar ähnlicher Quarz befindet.

Das krystallographisch interessanteste Mineral der Grube ist der Pyrit, welcher besonders neben Quarz, dessen kleine Krystalle ihn häufig durchspiessen, doch auch in Begleitung von Dolomit auf dem Eisenspath aufsitzende, nicht sehr grosse, aber meist recht flächenreiche Krystalle bildet, welche ich nach Exemplaren, die ich 1872 von Herrn Wappler in Freiberg (mit der richtigen Fundortsbezeichnung) erwarb, beschrieben habe[1]). Die gewöhnliche Form der an Ort und Stelle gesammelten grösseren und nicht mit Brauneisenerz bedeckten Krystalle war die Combination

1) Mineraliensammlung d. K. W. Univ. Strassburg S. 35.

$$\pi\,(201)\left[\frac{\infty O 2}{2}\right] \text{ und } \pi\,(650)\left[\frac{\infty O \frac{6}{5}}{2}\right]$$

ungefähr gleich gross, zuweilen mit untergeordnetem Oktaëder. Dagegen zeigten die meist kleineren, mit einer dünnen Oxydschicht, welche oft eine vollkommen kupferrothe Farbe besitzt, überzogenen Krystalle fast alle Formen der von G. vom Rath [1]) als von „Chichiliane im Dép. Isère" herstammend beschriebenen Krystalle und zwar in einer Entwicklung, welche ungefähr die Mitte hält zwischen den beiden l. c. abgebildeten und auf derselben Stufe beobachteten Combinationen; die das Oktaëder (111) O umgebenden Vierundzwanzigflächner sind an den von mir gesammelten Krystallen meist nur sehr klein ausgebildet. Zu der vollständigen Uebereinstimmung der Pyritkrystalle dieser Grube mit den von G. vom Rath beschriebenen in Bezug auf ihre krystallographische Ausbildung, welche von der aller anderen bekannten Vorkommen so verschieden ist, kommt nun noch eine ebenso vollkommene Gleichheit der paragenetischen Verhältnisse, so dass der Gedanke nahe liegt, die Fundortsangabe der in die Hände des genannten Forschers gelangten Krystalle sei eine ungenaue gewesen und dieselben möchten ebenfalls aus der hier beschriebenen Fundstätte herstammen. Diese Vermuthung wird dadurch bestätigt, dass der Ort Chichiliane im Dep. Isère im Neocom liegt und von dort keinerlei Vorkommen von Pyrit bekannt ist. Dagegen erscheint der Name „Chichiliane" auf einigen älteren Karten für das am rechten Gehänge der Romanche, gegenüber St. Pierre, gelegene Dorf Séchilienne [2]), und dieser Umstand mag wohl die ungenaue Fundortsbezeichnung veranlasst haben. Auch in dem an Vorkommnissen des Isère-Departe-

---

1) Poggendorff's Annalen **144**, 582.

2) Römisch: „Sechilina". Vergl. Clerc, les alpes françaises, Paris 1882.

ments so reichen Museum in Grenoble sah ich Pyritkrystalle nur mit der Fundortsbezeichnung „St. Pierre du Mesage". Hiernach dürfte es wohl kaum einem Zweifel unterliegen, dass auch die von G. vom Rath beschriebenen Krystalle aus dieser Grube stammen, und somit die vom Verfasser in seiner Beschreibung der Strassburger Mineraliensammlung S. 35 noch angenommene Trennung der Vorkommen „Chichiliane" und „St. Pierre du Mesage" aufzuheben ist; vielleicht sind auch die in demselben Werke S. 36 als von Bourg d'Oisans stammend bezeichneten Krystalle ebendahin zu rechnen.

An einer Stelle des Ganges fanden wir auch Bournonit in derben Massen, welche nach einer qualitativen Analyse kleine Mengen eines zink- und eisenhaltigen Fahlerzes beigemengt enthielten und meist mit Quarz verwachsen waren; da, wo dieselben von letzterem begrenzt wurden, zeigten sich oft kleine Lücken und einzelne dem Bournonit angehörige Krystallflächen; endlich gelang es auch, von dem Fahlerz einige kleine, gut ausgebildete Krystalle zu beobachten.

Das in der Strecke der Grube von St. Pierre herabtropfende Wasser enthält offenbar sehr viel kohlensauren Kalk, welcher prächtige Stalaktiten und Stalagmiten bildet. Wie ausserordentlich langsam die Verdunstung und der Kalkabsatz an denselben vor sich geht, beweist der Umstand, dass die ersteren deutliche Krystallisation erkennen lassen; entfernt man den das Ende eines solchen Stalaktiten bildenden Wassertropfen, so zeigt sich derselbe nicht massiv, sondern zum Theil hohl und am Ende in mehrere schön ausgebildete Rhomboëder $(02\bar{2}1)$ — 2 R auslaufend, welche sich in treppenförmigen Skelettbildungen fortsetzen, während Krystalle derselben Form auch die Wände des inneren Hohlraumes auskleiden. Bei anderen Stalaktiten zeigten sich die letzteren durch nierenförmige krystallinische weisse Kalkspathmassen gebildet. An den Stellen, wo das kalkhaltige Wasser auf den Schutt der Grube herabtropfte,

hatte dasselbe Stalagmiten von der Form eines kleinen Napfes gebildet, in welchen zahlreiche lose Spaltungsstückchen von Eisenspath, mit einer schneeweissen Kruste überzogen, lagen.

Mine des Chalanches bei Allemont.

Die Grube, welche die bekannten Mineralien von „Allemont", wie gewöhnlich der Fundort genannt wird, lieferte, befindet sich in dem oberen Theile des zu der Grande-Lance (2884 m) gehörigen Montagne des Chalanches, der durch eine Schlucht von dem westlich gelegenen Gipfel Voudène getrennt wird, und ist nur von Osten her auf einem von Allemont herauf führenden steilen Fusspfade zugänglich. Von diesem Orte aus, in welchem sich die zur Grube gehörige Schmelzhütte befindet, erreicht man in drei Stunden die 1500 m über der Thalsohle gelegene Cabane des Chalanches (2159 m Meereshöhe), das auf einer kleinen Matte, der höchsten des Massivs, errichtete Grubengebäude, von welchem man eine grossartige Aussicht, namentlich auf die gegenüberliegende schneebedeckte Kette der Grandes Rousses, geniesst, und über dem sich in den felsigen Abhängen des Berges die Mundlöcher der verschiedenen Strecken befinden, welche im Innern durch noch fahrbare Abbaue mit einander in Verbindung stehen.

Beim Aufstieg von Allemont aus trifft man zuerst auf grauen Glimmerschiefer mit grossen Granaten, der unter dem Mikroskope Quarz (sehr fein krystallinisch), Biotit, opakes Eisenerz und Granat (mit beginnender chloritischer Umwandlung) zeigt; diesem folgt ein dunkler quarzarmer Amphibolgneiss[1]), welcher makroskopisch einem reinen Hornblendeschiefer gleicht, aber im Schliffe neben dem schön grünen und durchaus frischen Amphibol ziemlich viel Plagioklas und

1) In dieser Etage befinden sich wahrscheinlich die schon von Thury (s. folg. S. Anmerk. 2) angeführten Einlagerungen von krystallinischem Kalke, welche ich nicht aufgesucht habe.

Orthoklas, in geringerer Menge Quarz erkennen lässt, ferner reichlich Titanit, häufig gelbliche Rutile einschliessend, endlich fast farblosen Augit. Der ganze mittlere Theil des Berges bis zur Cabane wird gebildet von einem grauen dickschiefrigen und im Querbruche feinkörnigen Gneiss, dessen Glimmer ein kaffeebrauner Biotit ist, und der unter dem Mikroskope neben Plagioklas, Orthoklas und Quarz auch Granat zeigt. In diesem Gesteine setzen nun die Erzgänge auf, die von 1770 bis 1830 Gegenstand eines lebhaften Bergbaues waren, welcher in neuerer Zeit noch einmal aufgenommen wurde, aber vor wenigen Jahren in Folge der immer schwächer und unregelmässiger werdenden Silberausbeute gänzlich zum Erliegen kam.

Die vollständigsten Angaben über die früheren Verhältnisse der Grube und über ihre Mineralvorkommen findet man in den Arbeiten von Schreiber[1]), de Thury[2]) und Graff[3]). Die bis $^1/_2$ Meter mächtigen Gänge streichen theils von N-S, theils von O-W und sind sämmtlich sowohl in Bezug auf Richtung als auf Erzführung sehr unregelmässig; sie werden durch zahlreiche taube Klüfte und durch den Schichten parallele Lagergänge durchschnitten, welche mit einem aus der Zersetzung von Kiesen entstandenen und sehr wechselnde Mengen Silber enthaltenden rothen Letten ausgefüllt sind. Die Gangart ist am häufigsten Kalkspath, nicht selten krystallisirt, oft auch Quarz, besonders in Begleitung der Kobalt- und Antimonerze; ferner kommen vor: Braunspath, Eisenspath, Gyps (auch in Krystallen), Asbest, Chlorit und Epidot,

1) Observations sur la Montagne des Chalanches, près d'Allemont, et sur les Gîtes de minerai d'argent qui s'y trouvent. Journ. d. Phys. **24**, 380, Mai 1784.

2) Oryctographie ou Description minéralogique de la Montagne et de la Mine d'argent des Chalanches, Dép. de l'Isère. Journ. des mines, 1806, **20**, 41.

3) S. Lory, Descr. géol. d. Dauph. S. 157 f.

letzterer nach Thury in grosser Menge mit Quarz, Amianth, Chlorit und Kalkspath auf Spalten der Amphibolgesteine, also wohl nicht den eigentlichen Erzgängen angehörig. Ebenso ist der Axinit, der von hier angeführt wird, den letzteren fremd und findet sich nach Thury nur am Fusse des Berges, bei der Cascade de Baton, in derben violetten und braunen Massen mit Epidot auf einigen kleinen Gängen in einem Amphibolgesteine[1]). Die hauptsächlichsten Erze der Gänge sind: Gediegen Silber (besonders in feiner Vertheilung in dem erwähnten rothen Letten), Nickel- und Kobalterze, von denen das Arsennickel sich als sehr silberreich erwies, während der Speiskobalt daran arm war; weniger häufig sind: silberreiches Fahlerz, Allemontit, Antimon, Pyrargyrit, Antimonsilber, Silberglanz, Kupferkies, Kupferglanz, Antimonglanz (sehr selten) und die Zersetzungsprodukte dieser Erze; schwarzer Erdkobalt, Antimonoxyd, Chlorsilber, Cerussit, Pyromorphit, Malachit, Kobalt- und Nickelblüthe. An einzelnen Stellen, wo der Kalkspath fast die ganze Mächtigkeit des Ganges bildet, finden sich in demselben Bleiglanz, Zinkblende, Zinnober, ged. Quecksilber und Eisenkies, welche in den wesentlich aus den erstaufgezählten Erzen bestehenden Gangmassen nicht vorkommen. Von den vorstehend genannten Mineralien konnte ich nur noch die Kobalt- und Nickelerze in der Grube anstehend beobachten, namentlich Rothnickelkies in einem Gemenge von Chloanthit und Quarz, umgeben von derbem Calcit.

In der neueren Literatur findet sich meines Wissens nur eine einzige Angabe über ein Erzvorkommen aus unserer Grube, welches Frenzel[2]) analysirte und als Löllingit be-

---

1) In der Strassburger Sammlung befindet sich ein mit „Allemont" als Fundort bezeichnetes Stück Axinit, welches aus kleinen hellbraunen Täfelchen, mit schwarzer Zinkblende gemengt, besteht. Ein derartiges Zusammenvorkommen wird in den a. vor. S. citirten Arbeiten nicht erwähnt.

2) N. Jahrb. f. Min. etc. 1875, S. 677.

zeichnete. Derselbe beobachtete sehr kleine Krystalle, deren Form mit der Combination (110) ∞P, (013) $\frac{1}{3}\breve{P}\infty$ des Arsenkieses übereinstimmte und deren Winkel nach den Messungen, welche Schrauf anstellte, sich ebenfalls denen jenes Minerals näherte. Die Analyse des Ersteren, welche einen Gehalt von 6,44 Co, 5,61 Sb und 3,66 S neben Eisen und Arsen ergab, wurde leider wegen Mangels an Substanz nicht mit Krystallen, sondern an derbem Erz vorgenommen, und es ist daher zweifelhaft, ob den gemessenen Krystallen wirklich die gleiche Zusammensetzung zukommt. In der Hoffnung, diese Unsicherheit durch eine erneute Untersuchung beseitigen zu können, nahm ich von den auf der Hütte in Allemont noch vorhandenen Erzstücken mehrere mit, welche sowohl derbe Massen als namentlich auch Krystalle eines Minerals vom Aussehen des Arsenkieses enthielten. In einigen war dasselbe vergesellschaftet mit körnigen Partikelchen und Kryställchen von Quarz, von Kalkspath umhüllt; in anderen erschienen die kleinen Krystalle in eine dunkelrothbraune mulmige Masse eingewachsen, welche beim Lösen in Säuren Reste von Markasit zurückliess, in welchen wohl ursprünglich jene Krystalle eingewachsen waren. Nach den Messungen, welche Dr. F. Grünling auf meinen Wunsch mit einigen Kryställchen beider Arten von Handstücken vornahm, zeigten diejenigen der ersteren (I) genau die von Frenzel angegebene Form, nämlich die nach der Verticalaxe kurzprismatische Combination (110) ∞P, (013) $\frac{1}{3}\breve{P}\infty$ (letztere Flächen glatt, nur selten gestreift), für welche gefunden wurde:

$$013 : 0\bar{1}3 = 43^0\ 12' - 43^0\ 52'$$
$$110 : 1\bar{1}0 = 67^0\ 10' - 68^0\ 11'$$ [1])

Die in braunen Ocker eingewachsenen Krystalle (II) dagegen

---

1) Schrauf fand an den Frenzel'schen Krystallen dieselben Winkel zu 46⁰ 10′ und 66⁰ 20′, aber, wie er mir freundlichst mittheilte, als Mittel von Schimmermessungen.

waren nach (110) ∞P verlängert und zeigten am Ende (012) $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ glatt, sehr klein (011) $\breve{P}\infty$ und ziemlich untergeordnet (101) $\bar{P}\infty$. Die Messung ergab:

$110 : 1\bar{1}0 = 67^{\circ} 35'$ Mittel mehrerer gut übereinstimmender Werthe

$012 : 0\bar{1}2 = 61^{\circ} 30' - 62^{\circ} 9'$.

Aus dem ersten und dem Mittel der letzteren Zahlen folgt:

$$a : b : c = 0{,}6692 : 1 : 1{,}1978$$

und der Winkel $101 : \bar{1}01 = 121^{\circ} 36'$ (gefunden wurde circa 120°.)

Die Analysen, zu denen lediglich ausgelesene Krystalle dienten und welche im hiesigen chemischen Laboratorium unter Leitung des in diesem Jahre verstorbenen Dr. Zimmermann ausgeführt wurden, bewiesen nun, dass beide Varietäten von Krystallen nichts Anderes waren als normaler Arsenkies.

	I		II			
	gefunden	Atomverh.	gefunden	auf reine Substanz berechnet	Atomverh.	berechnet n. d. Formel Fe As S.
S	18,55	0,5797	18,90	19,56	0,611	19,63
As	42,78	0,5704	44,23	45,78	0,610	46,01
Fe	—	—	33,47	34,64	0,619	34,36
Gangart	—	—	3,09	—		
			99,69	99,98		

Mine de la Gardette bei Bourg d'Oisans.

In dem Biotitgneiss, welcher von einer gewissen Höhe an aufwärts das Gehänge des Thales von Bourg d'Oisans über den mit „la Gardette“ bezeichneten Gehöften bildet, setzt ein Quarzgang auf, dessen Goldgehalt bereits im Anfange des vorigen Jahrhunderts die ersten Gewinnungsversuche veranlasste; 1780 fand man ausser gediegen Gold noch Blei-, Kupfer- und Zinkerze, alle goldhaltig, und begann die Anlegung grösserer Strecken, welche jedoch schon nach acht

Jahren wegen der schlechten Ausbeute ganz verlassen wurden. Seitdem haben nur Mineraliensammler von Bourg d'Oisans einzelne Versuche gemacht.

Nach Gueymard ist die Basis des Bergabhanges bis 200 Meter aufwärts ein aus rothem Feldspath, grauem Quarz und grünem Talk bestehender Protogin, über welchem Gneiss ansteht, dessen Schichten von NNW nach SSO (NW-SO nach Graff) streichen und unter 30—40° nach NO einfallen; den obersten Theil endlich bildet Liaskalk. In der That ist der von mir am Fusse des Berges geschlagene Biotitgranit dem Protogingranit der Schweizer Alpen sehr ähnlich[1]), während weiter oben quarzreiche Biotitgneisse vorherrschen, deren Glimmer stark zersetzt ist und nach Cohen zahlreiche neugebildete Mikrolithe (wahrscheinlich Rutil) enthält, Gesteine, welche ferner viel Eisenkies, local Zirkon, Turmalin, wohl auch Muscovit führen. In diesem Gneisse, nahe seiner oberen Grenze gegen den aufgelagerten Liaskalk, welche sich von da ab nach Norden bedeutend tiefer herabzieht, setzt nun der Gang auf, ungefähr von O-W streichend, 70—80° nach Süden einfallend und auf eine Längenerstreckung von ungefähr 45 Meter bekannt und durch einen noch vollkommen fahrbaren Stolln aufgeschlossen. Derselbe besteht in seiner 0,6—0,9 Meter betragenden Mächtigkeit, abgesehen von wenig eingesprengtem Kupferkies und Pyrit, aus Quarz, dessen Masse stellenweise einem schiefrigen Quarzite gleicht, indem dieselbe von zahlreichen Rutschflächen durchzogen ist, welche von hellen Glimmerblättchen bedeckt sind; an anderen Stellen besteht die Gangausfüllung aus theilweise durch einander gewachsenen Krystallen und enthält zahlreiche, zum Theil sehr grosse Drusen mit wasserhellen, frei ausgebildeten Quarzkry-

1) Nach Cohen's Untersuchung enthält derselbe: Quarz körnig-polysynthetisch und undulös auslöschend, Feldspath zum Theil Mikroperthit, Glimmer grün und stark verändert (daher, wie in so vielen Fällen, von den frühern Beobachtern, s. oben, für Talk gehalten).

stallen. Diese sind es nun, welche mit der Fundortsbezeichnung „Bourg d'Oisans" in unzähligen Exemplaren in allen Sammlungen vertreten sind, und deren Gewinnung seit der Zeit des Erliegens des Bergbaues in der Grube von Seiten der Mineraliensammler des Dauphinés fortgesetzt worden ist. Aehnlich aussehende Quarze befinden sich im Museum zu Grenoble zwar noch von Maronne, vis-à-vis la Gardette auf der andern Seite des Thales, aber dieser Fundort scheint wenig geliefert zu haben, so dass man als sicher annehmen kann, dass die grosse Mehrzahl oder vielleicht alle in auswärtigen Sammlungen verbreiteten wasserhellen Quarze des Dauphiné aus der Mine de la Gardette, auch Mine d'or genannt, herstammen. Was die krystallographische Ausbildung derselben betrifft, so sind sie fast immer langprismatisch. durchschnittlich nur 1—2 cm dick bei einer Länge von 5 bis 10 cm, und zeigen ausser den gewöhnlichen Flächen nur noch s und x, diese aber ziemlich häufig; bei der Mehrzahl erscheinen am Ende des schwach gestreiften Prismas eine oder zwei, namentlich zwei benachbarte, Flächen der hexagonalen Pyramide sehr vorwaltend; manchmal tritt auch eine s-Fläche gross ausgebildet auf. Nur ganz sparsam beobachtet man kurze dicke Prismen mit grossem + R und kleinem — R; auch an beiden Enden ausgebildete Krystalle sind selten. Unter den zahlreichen von A l b e r t a z z o erworbenen Exemplaren, von denen manche mit einem irisirenden braunen Häutchen bedeckt waren, fand ich nur sehr wenige Zwillinge, lediglich daran erkennbar, dass s und x an benachbarten Ecken auftreten.

Die zuletzt beschriebene Grube befindet sich annähernd südöstlich von dem unteren Theile der Gorge de la Romanche, und der Gneiss, in welchem der Gang aufsetzt, stimmt petrographisch mit dem jenes Thales überein. Ein ähnlicher, einförmig beschaffener grauer Gneiss setzt nun auch weiter

im Streichen der Schichten nach Südosten fort: die bei Venosc im Venéonthale beobachtete, deutlich schiefrige Varietät enthält neben Quarz, Feldspath (z. Th. Plagioklas) und Glimmer noch ein sericit- oder talkähnliches Mineral.

Darnach scheint es, dass man es hier mit einer bestimmten, älteren Etage der Gneissformation zu thun habe, welche, wie in den meisten Gneissgebieten, charakterisirt ist durch die Einförmigkeit ihrer petrographischen Beschaffenheit. Nach der Beschreibung von Lory zu urtheilen, liegt dieser ältere Gneiss direkt auf dem Protogin auf, welcher den inneren, in dem sogenannten Circus von la Berarde blosgelegten Kern und die höchsten Gipfel des Pelvoux-Massivs bildet und ausserdem westlich und nördlich von diesem Massiv noch an mehreren Stellen, so bei Bourg d'Oisans (am Aufstieg nach der Mine de la Gardette) und bei den Grandes Rousses, unter den bedeckenden Gneissschichten zu Tage tritt.

Auf jene ältere Etage des Gneiss scheint nun aufgelagert zu sein eine ebenfalls, wenigstens in einem grossen Theile des Gebietes[1]), von NW-SO streichende und nach NO resp. ONO einfallende, sehr mächtige jüngere Etage, welche zum Theil aus einer Wechsellagerung von granatreichen Biotitgneissen mit Amphiboliten, zum Theil aus dichten grünen Schiefergesteinen, unter denen Hornblendeschiefer weitaus vorherrschen, zusammengesetzt ist. Dieses Schichtensystem bildet, namentlich in der ersteren Art seiner petrographischen Entwickelung, einen erheblichen Theil der Chaîne de Belledonne, woselbst sich nach Lory an einen Kern von Protogin in nahe verticaler Stellung erst Gneissschichten, dann „schistes talqueux ou micacés" anlegen und im südlichen Theile der Protogin ganz fehlt und Amphibolgneisse vorherrschen, während am Abhange nach der Olle zu die Glimmergneisse

1) Die grössten Abweichungen hievon scheinen im Norden, in der Chaîne de Belledonne und den Grandes Rousses vorzuliegen.

wieder hervortreten[1]). Jene hornblendereichen Schichten der Gneisse wurden bereits oben bei der Beschreibung der Mine des Chalanches erwähnt, und nach einem von Albertazzo am Voudène gesammelten Handstücke finden sich daselbst Einlagerungen von prachtvoll grobkörnigem „Dioritschiefer". Aehnlich zusammengesetzt ist nach einer grösseren Anzahl durch Albertazzo geschlagener Gesteinsstücke auch der Mont Cornillon[2]), doch treten hier schon feinkörnige und dichte Hornblendeschiefer auf, von denen nach Cohen's Untersuchungen einige sehr reich an Rutil sind, andere an Titanit, opakem Eisenerz, und welche sämmtlich Feldspath, z. Th. auch accessorisch Biotit enthalten. Weiter nach Südosten herrschen nun aber diese grünen, z. Th. chloritischen Schiefergesteine immer mehr vor und nur noch vereinzelt erscheinen Gneisse, meist von mehr körniger Beschaffenheit. Diese letzteren sind es nun, welche die berühmten Anatasvorkommen des Dauphiné beherbergen, die grünen, vorwiegend Hornblende enthaltenden Schiefer dagegen diejenigen, welche die nicht minder bekannten Lagerstätten des Axinit und Epidot umschliessen. Diese beiden sollen nun im Folgenden geschildert werden.

Axinit- und Epidot-Lagerstätten.

Diejenige Zone der amphibolitischen Schiefergesteine, in welcher diese Lagerstätten vorkommen, scheint auf der

1) Nach der Beschreibung des genannten Forschers fallen die Schichten hier nach Westen, während die ähnlichen Gesteine der Chaîne des Grandes Rousses ein nach Osten gerichtetes Einfallen besitzen.

2) Nach Lory besteht dieser Berg an der Basis aus Amphibolgneiss, während weiter oben Glimmergneiss folgt, der nach SO fällt, und endlich wird dieser bedeckt von grünen, talkigen Schiefern, von welchen ebenfalls angenommen wird, dass sie die jüngste Etage bilden. Am Taillefer gibt Lory nur Glimmergneiss an.



Nordflanke des Taillefer zu beginnen, denn von hier stammt nach der Angabe Albertazzo's ein stengeliges Aggregat von Zoisit, welches eine zwei Centimeter breite Kluft in demselben grünen Schiefer, wie er weiterhin von Auris beschrieben werden soll, ausfüllt; da wo die stark gestreiften, blassgrünen Prismen des Zoisit kleine Hohlräume zwischen sich lassen, gelingt es zuweilen, Endflächen, steile Brachydomen zu beobachten, doch sind dieselben zu unvollkommen ausgebildet, um zur Messung einzuladen.

Die Cime du Cornillon ist die Fundstelle jener in allen Sammlungen verbreiteten, mehr oder weniger dunkel olivengrün gefärbten Epidote, welche, dicht zusammengehäuft auf einem grünen Chloritschiefer ähnlichen Gesteine aufgewachsen, am Ende (010) ∞ P̶ ∞ vorherrschend zeigen[1]). Nach den Angaben Albertazzo's finden sich daselbst der Epidot und der Axinit, letzterer zuweilen derb mit aufsitzenden Krystallen, in grossen losen Blöcken jenes Gesteins, während an dem Flanc du Cornillon, dem gegen Süden und Osten gerichteten Abhange, eine helle gelbgrüne Varietät des Epidot in dünnen Prismen und auf diesen aufgewachsen Axinit, z. Th. in ziemlich hellgefärbten, durchsichtigen, z. Th. in mattflächigen Krystallen, sich als Auskleidung der Wände dünner senkrechter Spalten, welche 1—2 m lang nach verschiedenen Richtungen verlaufen, in feinschiefrigem hellgrünem Gneiss finden, dessen Schichten wenig nach Osten geneigt sind. Mit diesen Angaben stimmen die von Albertazzo erworbenen Stufen überein, an welchen beobachtet werden konnte, dass diese helle Varietät des Epidot als Endflächen nicht vorherrschend (010), wie die meisten in Sammlungen verbrei-

1) Näheres über die daselbst auftretenden Formen s. Bücking i. Zeitschr. f. Kryst. 2, 399. Wo der a. a. O. S. 401 beschriebene Epidot vom „Mont Sorel" herstammt, vermag ich nicht anzugeben. Wie später erwähnt werden soll, existirt ein Berg dieses Namens im Dauphiné nicht.

teten Dauphineer Stücke, sondern ($\bar{1}11$) P zeigen; die kleinen Prismen werden vorherrschend von den drei gewöhnlichsten Querflächen r ($\bar{1}01$) P∞, M (001) oP, T (100) ∞P∞ gebildet, welche aber derart gefurcht sind, dass jedes Kryställchen gleichsam ein Bündel dünner Nadeln darstellt, deren Endflächen, welche nur aus einer prismatischen Form bestehen, daher auch unvollkommen ausgebildet erscheinen; letztere mussten als n ($\bar{1}11$), nicht als z (110) ∞P, gedeutet werden, da die in ihre Zone fallende Querfläche Axenaustritt zeigt. Quarz scheint am Cornillon sehr selten zu sein, da Albertazzo niemals solchen gefunden zu haben angiebt; dass er trotzdem vorgekommen ist, scheint mir ein mit „Bourg d'Oisans" etiquettirtes Stück in der Scharff'schen Sammlung (jetzt der Universität Strassburg angehörig) zu beweisen, welches unzweifelhaft von der Cime du Cornillon stammt; dasselbe besteht aus grossen Quarzkrystallen, die durch Calcittafeln an ihrer Entwicklung gehindert wurden und auf Epidot von der für diesen Fundort charakteristischen Form aufsitzen, resp. solchen einschliessen.

Die Axinit führende Zone der schiefrigen Amphibolite setzt nunmehr von dem westlichen Gehänge des Thales von Bourg d'Oisans in der Richtung nach Südosten auf das östliche hinüber und erscheint besonders reich bei Vernis, woselbst sich die am längsten ausgebeutete Fundstelle des Axinits befindet. Hier kam derselbe auf dem grünen Schiefergestein theils allein, theils mit Quarz und Prehnit, endlich auch mit trübem, weissem Orthoklas vor. Von hier stammen wohl die meisten in älteren Sammlungen liegenden Stufen mit grösseren flächenreichen Krystallen. Geht man von Bourg d'Oisans an dem östlichen Gehänge des Thales in südsüdöstlicher Richtung entlang, so trifft man in den dieses ganze Gehänge bildenden grünen Schiefern, ehe man nach Vernis gelangt, eine Schicht sehr reinen Talkschiefers, welcher früher Gegenstand technischer Gewinnung war. Die Grenzschicht des

Talkes gegen die umgebenden Schiefer enthält grössere Ausscheidungen derben Feldspathes und solche von radial und verworren fasrigem Strahlstein, umhüllt von z. Th. grossblättrigem Glimmer; beide leztgenannte Mineralien finden sich aber auch im Talk selbst.

Die unmittelbare Fortsetzung der axinitreichen Schieferzone ist nun unterhalb des Dorfes Auris durch das hier enge und tiefe Thal der Romanche entblösst. An dem Gehänge bei La Balme findet sich in den graugrünen, hälleflintartigen Schiefern eine ganze Reihe kleiner transversaler Gänge mit Axinit, Orthoklas (trübe weiss, wie oben), Prehnit, Epidot, stellenweise auch Kalkspath. An der Stelle, wo die Strasse nach Briançon das weite Becken von Bourg d'Oisans verlässt und, nach Ost umbiegend, in das enge Thal eintritt, steht ein mehr körniges, deutlich hornblendeführendes grünes Gestein an, welches sich bei der mikroskopischen Untersuchung als ein stark chloritisirter biotitführender Amphibolgneiss erwies. Verlässt man die Strasse, nachdem dieselbe ein Stück weiter aufwärts einen Tunnel durchschnitten hat, und steigt, nach Passirung des hier befindlichen Steges über die Romanche, auf dem nördlichen Gehänge nach Auris zu aufwärts, so trifft man auf einen Wechsel eines Gesteines, das einem hell graugrünen Chloritschiefer täuschend gleicht, aber mikroskopisch sich als Amphibolschiefer erweist, mit quarz- und feldspathreichen Schichten, ferner mit deutlichen Hornblendeschiefern, welche nach der mikroskopischen Untersuchung Linsen von Feldspath und Calcit enthalten, und mit einzelnen Lagen von Talkschiefer. In dieser Wechsellagerung erscheint das zuerst erwähnte grüne, zuweilen etwas stengelige Schiefergestein als das herrschende. Die Schichten des ganzen Systems fallen ziemlich steil nach Osten. Hier nun kann man leicht beobachten, wie der Axinit sich an den Wänden kleiner linsenförmiger Hohlräume findet, welche, in dem am Gehänge sichtbaren Durchschnitte kleinen Gängen

von höchstens einigen Metern Erstreckung gleichend, die Schichten ungefähr unter rechtem Winkel durchschneiden. Der hier vorkommende Axinit zeichnet sich durch seine helle Farbe aus und bildet zuweilen derbe Schaalen, welche dicht mit wohlausgebildeten Krystallen von mittlerer Grösse besetzt sind. Der Orthoklas erscheint, zusammen mit schön glänzenden Axinitkrystallen, in kleinen schneeweissen, trüben, rhomboëderähnlichen Combinationen von T (110) ∞P und $x\,(\bar{1}01)\,\bar{P}\infty$ mit untergeordnetem P (001) oP, also mit denselben Flächen, wie die Adulare vom Gotthardt; die Krystalle sind häufig Zwillinge des Karlsbader Gesetzes, zuweilen fast symmetrisch mit (100) verwachsen, gewöhnlich aber seitlich verschoben oder von ungleicher Breite, so dass sie einander nur theilweise in der Zwillingsebene berühren. Epidot fanden wir in kleinen hellgelbgrünen Nadeln neben mehrere Centimeter grossen, basischen Tafeln von Calcit, welche auf dem spiegelnden Theile der herrschenden Fläche trianguläre Streifung zeigen, während der grössere Theil der Endfläche durch parallele Fortwachsungen bedeckt ist, gebildet von drei matten Flächen des primären Rhomboëders; diese aufgewachsenen Hügel erreichen eine Höhe von mehreren Millimetern und liegen oft so dicht neben einander, dass die Basis ganz von ihnen verdrängt erscheint; zuweilen sind ihre dreikantigen Polecken durch (0001) oR abgestumpft; ausserdem ragen aus den Tafeln einzelne Kalkspathleisten von derselben Form, in Zwillingsstellung nach $-\frac{1}{2}R\,(01\bar{1}2)$ hervor, welche auch ihrerseits auf den Endflächen die gleichen Fortwachsungen wie die Haupttafel tragen. Es stimmen sonach diese Kalkspäthe vollständig überein mit den von G. vom Rath beschriebenen grösseren und allerdings schöner ausgebildeten Tafeln vom Maderanerthale; am Rande sind sie meist von Spaltungsflächen begrenzt, ausserdem erscheint $-\frac{1}{2}R\,(01\bar{1}2)$ mit ganz matten Flächen; ihre Unterlage bildet der oben erwähnte Hornblendeschiefer mit Linsen von Feldspath und

Calcit. Das seltenste Mineral von Auris scheint Heulandit zu sein, welcher in kleinen glänzenden, dick tafelförmigen Krystallen, zusammen mit matten Skalenoëdern von Kalkspath, auf Axinit aufgestreut vorkommt. An einem von Albertazzo erworbenen Stücke sassen auf dem Axinit auch Krystalle von Orthoklas, während unmittelbar auf dem Gestein aufgewachsen kleine undeutliche Albite zu erkennen waren.

Dieselben Gesteinsarten, wie sie an dem eben geschilderten Fundorte anstehen, bilden auch die Rampe de Commère, das ist das südliche Gehänge des Thales, gegenüber dem Aufstieg nach Auris, an welchem nahe der erwähnten Brücke eine wenig mächtige Schicht sehr dünnschiefrigen, dunkelgraugrünen Talkes ansteht. An diesem Gehänge finden sich auch dieselben Minerallagerstätten wieder, welche z. B. hellen Epidot mit Quarz führen, lassen sich aber wegen der nach oben sehr bald beginnenden Matten nicht weiter verfolgen. Die Zone derselben tritt dann wieder hervor unter der Tête-Mouthe, wo nach den Angaben von Albertazzo sehr kleine Spalten mit Axinit vorkommen; denselben Fundort gab er mir auch an für ein von ihm angekauftes Stück Zoisit, welches genau dem vom Taillefer gleicht.

Wenn hier wirklich, wie es scheint, eine zusammenhängende Zone vorliegt, welche ungefähr dem Streichen dieses Massivs krystallinischer Schiefer parallel geht, so dürfte derselben auch das wenig östlich von der Tête-Mouthe beginnende Vorkommen der Gorge de la Selle angehören, jenes S. 374 erwähnten rauhen Hochgebirgsthales, welches durch die Gorge du Diable bei St. Christophe in das Veneónthal mündet. Steigt man von dem letztgenannten Orte nach dem Glacier du Mont-de-Lans zu aufwärts, so gelangt man bald hinter dem Chalet de la Selle in die Nähe der betreffenden Zone. Anstehend trifft man hier ein graues, mässig schiefriges Gestein, welches einem biotitführenden Gneiss gleicht,

aber nach dem mikroskopischen Befund als Quarz und Glimmer führender Dioritschiefer zu bezeichnen ist; diesem folgt eine Wechsellagerung von grünen chloritischen und Hornblende führenden Schiefern von ganz ähnlicher Beschaffenheit wie bei Auris. In manchen der von mir geschlagenen Gesteinsproben erschien die schon makroskopisch deutlich erkennbare dunkle Hornblende im Schliff sehr frisch, während der Feldspath ganz zersetzt war. Ueberhaupt herrschen die Amphibolgesteine weitaus vor; nur untergeordnet finden sich hellere Schichten von Chloritgneiss und in den dunkeln Hornblendeschiefern, die auch zuweilen Augit enthalten, schmale blassgrüne, körnige Lagen, die sich bei der mikroskopischen Untersuchung als Plagioklas-Augitschiefer (Diabasschiefer) erwiesen, in welchem ein lichtgrüner Augit vorherrscht und der ganz quarzfrei ist. Diese Gesteine sind durchschnitten von zahlreichen, zur Schieferung ungefähr senkrechten, schmalen Asbestgängen, welche alle ungefähr parallel sind, aber niemals weit fortsetzen, und auf denen sich neben dem Asbest an einzelnen Stellen finden: grüner Prehnit in den bekannten, in allen Sammlungen vertretenen gekrümmten Aggregaten (manchmal ganz von dem weissen Asbest umhüllt), hell grünlich brauner Epidot (seltener), weisse oder noch häufiger grün gefärbte trübe Orthoklaskrystalle, einfache Combinationen (110) ($\bar{1}$01) mit oder ohne (001), ebenso gefärbter Albit, endlich Kalkspath, theils in krystallinischen Aggregaten im Asbest, theils in kleinen Drusen frei aufgewachsen und dann von derselben Tafelform mit Zwillingsbildung, wie sie bei Auris vorkommt; die basischen Tafeln zeigen zuweilen auf einer Seite eine glatte Fläche mit triangulärer Streifung[1]), auf der anderen zahlreiche, von

1) Dieselbe trianguläre Streifung wurde auch auf einer grossen Fläche von derbem Axinit, gemengt mit Epidot, auf Chloritgneiss vom Rocher de la Selle beobachtet; offenbar hatten sich hier zuerst grosse



den matten Flächen R $(10\bar{1}1)$ und oR (0001) gebildete Erhöhungen.

Steigt man so weit an dem steilen rechten Gehänge des Thales oberhalb des Chalet hinauf, als es möglich ist, so trifft man in Gängen derselben Art und Richtung auch Quarz, neben Asbest, Prehnit, Axinit und Feldspath, ferner auch Gänge ohne Quarz, nur Prehnit und Axinit führend. Von dieser Stelle stammen alle mit „St. Christophe" als Fundort bezeichneten Prehnite, Axinite und durch Chlorit grün gefärbten Quarzkrystalle älterer Sammlungen.

Anatas-Lagerstätten.

Wie S. 389 erwähnt, treten in der jüngeren Etage der archäischen Formation des Oisans an manchen Stellen wieder gneissartige Gesteine auf, welche die Fundstätten verschiedener Mineralien, namentlich des Anatas, Turnerit und Albit, enthalten. Die nördlichsten dieser Lagerstätten befinden sich in der Nähe der Grandes Rousses. Nach Albertazzo's Angaben kommt in dieser Gegend Anatas an zwei Stellen vor, am „Rocher du Grand Ferrand" in der Nähe der wenig südlich vom Lac de la Fare, welcher sich unmittelbar am Glacier des Rousses befindet, gelegenen Schutzhütte — und bei der Cascade de la Vilette in der Nähe von Vaujany[1]), an beiden Orten in einem hellen, granitähnlichen Gesteine von

Calcittafeln gebildet und dann der Axinit und Epidot die Zwischenräume ausgefüllt, schliesslich waren die Calcittafeln aufgelöst worden.

1) Dieser zweite Anatas-Fundort ist offenbar derselbe, welcher bereits 1843 von Leonhard in seinem Handwörterbuche der topographischen Mineralogie folgendermassen angeführt wird: „in einem der Gebirgskette der Petites-Rousses zugehörigen Berge am linken Ufer der Flumet beim Dorfe La Villette in der Gemeinde Vaujany". — Wahrscheinlich stammen von hier auch die im Museum zu Lyon befindlichen, mit der Fundortsbezeichnung „Vaujany" versehenen Pyritwürfel auf Quarz.

demselben Aussehen, wie das weiter unten zu beschreibende von Le Puys bei St. Christophe. Auch soll nach einer Mittheilung von Graff, früherem Ingenieur des Mines in Grenoble, von welcher der Genannte mir Kenntniss gab, bei Maronne, dem Fundorte wasserheller Quarze (s. S. 387), früher schön krystallisirter Anatas gefunden worden sein; diese Localität liegt bei Huez, zwischen den Grandes Rousses und Bourg d'Oisans. In dieser letzteren Gegend möchte ich auch die Fundstätte des von Lévy zuerst beschriebenen Turnerit vom „Mont Sorel im Dauphiné" suchen: einen Berg dieses Namens habe ich zwar auf keiner Karte finden können, und auch Albertazzo ist ein solcher nicht bekannt, aber wahrscheinlich ist es, dass damit die Alpe „Sarrel" gemeint ist, welche in der That am Südabhange der Petites Rousses in der Nähe der Häusergruppe Maronne gelegen ist. Eine weitere Durchforschung dieser Gegend, welche ich nicht besuchen konnte, wäre für ein eingehenderes Studium der Minerallagerstätten des Dauphiné sehr wichtig.

Biotitgneisse, von knotig-schiefriger Textur, erscheinen dann weiter südöstlich bei „le Freney" im oberen Romanchethale, 3—4 Kilometer östlich von der Axinitzone (s. S. 392). Hier kommen nach Albertazzo's Angabe auf kleinen Klüften in weissen feinkörnigen Lagen des Gneiss vor: Albitkrystalle dicht gehäuft, Quarz, ferner Anatas, Turnerit, Kalkspath, Eisenkies und Chlorit. Die Albitkrystalle einer Stufe dieses Fundortes, welche Herr Seligmann erwarb, glichen vollkommen den weiterhin zu beschreibenden von Le Puys, und das Gestein, auf welchem sie aufsassen, war ein hellgrauer Gneiss mit talkähnlich aussehendem hellen Glimmer. Was den Anatas von Le Freney betrifft, von welchem die Münchner Sammlung im vorigen Jahre eine ausgezeichnete Stufe von Albertazzo erwarb, so unterscheidet er sich in mehrfachen Beziehungen von demjenigen von le Puys: die weit zahlreicher auf dem Gestein aufge-



streuten Krystalle sind schwarz, fast metallisch glänzend, aber in dünneren Schichten prachtvoll blau durchsichtig; sie zeigen vorherrschend (111) P mit horizontaler Streifung, (101) P∞ oft sehr breit, oben eine gestreifte flache Pyramide erster und eine ebensolche zweiter Ordnung, Andeutungen einer ditetragonalen und einer spitzen tetragonalen Pyramide zweiter Ordnung, aber nicht so ausgebildet, dass dieselben durch Messung zu bestimmen wären. Wegen des, local wenigstens, reichlichen Vorkommens von Anatas an dieser Fundstätte, scheint es von Interesse, dass Cohen bei der mikroskopischen Untersuchung des knotig-schiefrigen Biotitgneisses, welcher dieselbe umschliesst, in dem starkzersetzten Glimmer eine reichliche Bildung sagenitartig gruppirter Nädelchen fand, welche nach ihm jedenfalls Rutil sind.

Zwei weitere Fundpunkte dieser Zone liegen ferner in der Nähe des Gletschers des Mont-de-Lans: unter demselben fand Albertazzo in chloritreichen Spalten des Gesteins hellröthlichbraune Sphenzwillinge und seltener Anatas, und von der Tête de Toura (über der Gorge de la Selle) stammt das einzige Stück mit kleintafeligen Brookitkrystallen, welches ich von ihm acquirirte; dieselben sitzen mit zahlreichen kleinen Adular- und Quarzkrystallen auf einem Gestein, welches vollkommen dem von le Puys gleicht.

Die durch ihren Mineralreichthum interessanteste aller hieher gehöriger Lagerstätten ist nun die bereits mehrfach genannte südlichste derselben, diejenige von Le Puys bei St. Christophe, nur in geringer Entfernung nach Süden von der zuletzt erwähnten gelegen. Unmittelbar unter der mit dem Namen „Le Puys" bezeichneten Gruppe von kleinen Gehöften, am Rande des steilen rechten Gehänges des Venéonthales[1]), aber an einer ohne jede Gefahr erreichbaren Stelle steht hier ein deutlich schiefriger

1) In Folge dieser Lage der Fundstelle am oberen Rande des Gehänges sind zahlreiche Blöcke am Fusse desselben in dem hier

Gneiss in erheblicher Mächtigkeit an, in welchem Lagen von einem mehr oder weniger körnigen Gemenge von Quarz, Feldspath (viel Plagioklas) und untergeordnetem Muscovit eingeschaltet sind. Diese Lagen werden regellos durchzogen von zahlreichen Adern und schmalen Klüften, in denen sich nun die folgenden Mineralien aufgewachsen vorfinden:

Albit, nie fehlend und an Menge weitaus vorherrschend, in wasserhellen, meist nach M (010) tafelförmigen Krystallen, ähnlich denen vom Schmirnthale ausgebildet, aber gewöhnlich viel kleiner; nicht selten Doppelzwillinge nach dem Karlsbader und dem gewöhnlichen Albitgesetze.

Quarzkrystalle, zuweilen ziemlich gross, theils wasserhell, theils rauchbraun gefärbt, aber im letzteren Falle mit einer farblosen äussersten Schicht; neben $(10\bar{1}0)\,\infty P$, $\varkappa\,(10\bar{1}1)\,R$, $\varkappa\,(01\bar{1}1) - R$ erscheinen nur $s = (11\bar{2}1)\,\frac{2P2}{4}$ und an den wasserhellen Krystallen auch $x = (15\bar{6}1)\,\frac{6P\frac{6}{5}}{4}$.

Chlorit in schön grünen, oft mit metallischen Anlauffarben irisirenden Schuppen in ziemlich grosser Menge, zuweilen die Zwischenräume zwischen hellgrünen Asbestbündeln ausfüllend.

Dolomit in farblosen Rhomboëdern.

Crichtonit (Titaneisen) in kleinen Täfelchen, recht selten grosse tafelförmige Krystalle mit trigonaler Streifung, aber ohne gut ausgebildete Randflächen.

Pyrit in Hexaëdern, sparsam.

Titanit nach Albertazzo's Angabe in hellröthlich braunen rhomboëderähnlichen, einfachen Krystallen.

---

etwas verbreiterten Thale, am Wege von Venosc nach St. Christophe, zu finden, und kann man hier natürlich die im Folgenden aufgezählten Mineralien noch bequemer sammeln, als am Anstehenden.

Brookit (selten) in tafelförmigen Combinationen (s. Des Cloizeaux, Manuel de Min., Fig. 347), von denen im Museum zu Grenoble schöne Exemplare älterer Funde aufgestellt sind.

Turnerit, ebenfalls selten, doch noch immer vorkommend, da wir nicht nur mehrere Exemplare von Albertazzo erwerben konnten, sondern eines sogar selbst fanden. Die röthlich gelben Krystalle sind flächenärmer und dicker tafelförmig, als die von Des Cloizeaux (Manuel Fig. 250) abgebildeten, welche von dem „Mont Sorel" stammen sollen.

Dasjenige Mineral, durch welches der Fundort Le Puys wohl am meisten in den Sammlungen vertreten sein dürfte, ist der Anatas, dessen mit der allgemeinen Fundortsbezeichnung „Dauphiné" verbreiteten Exemplare wahrscheinlich ohne Ausnahme von dieser Lokalität stammen. Dieselben fanden wir am häufigsten in kleinen dunklen, einfachen Pyramiden (111) P, ganz ähnlich den bekannten vom Tavetsch und nur dadurch zu unterscheiden, dass zu den Flächen der Grundform nicht selten noch untergeordnet diejenigen der Pyramide (301) 3 P ∞ hinzutreten. Weniger häufig finden sich grössere, theilweise braun durchsichtige Krystalle, welche am Ende der spitzen primären Pyramide noch verschiedene Flächen, namentlich diejenigen einer ditetragonalen Pyramide, zeigen, und solcher Anatase bewahrt das Museum in Grenoble die herrlichsten und grössten Exemplare (bis 2 cm Höhe), welche ich von diesem Vorkommen gesehen habe. Zwei lose Krystalle der Münchner Sammlung, welche ich von Albertazzo erwarb, wurden auf meinen Wunsch von Herrn Grünling der Messung unterworfen. An dem besser ausgebildeten beobachtete Derselbe ausser der herrschenden Form (111) P noch: (001) 0P, (117) $\frac{1}{7}$P, (5. 1. 20) $\frac{1}{4}$P 5 und an den Mittelecken (301) 3 P∞, welche Form also für diesen Fundort besonders charakteristisch zu sein scheint; (117) und (5. 1. 20) waren mit einzelnen grössern und andern nur sehr

kleinen Flächen entwickelt, so dass von den Polkanten der zweiten Form keine genauen Messungen erzielt werden konnten; die beste Fläche derselben gab zur Basis den Winkel:

$$(5.\,1.\,20) : (001) = 24^{0}\,34' \text{ (berechnet: } 24^{0}\,23')$$

während das Zeichen $(5\,.\,1\,.\,19)\frac{5}{19}$ P 5, welches gewöhnlich für die ditetragonale Pyramide des Anatas vom Dauphiné angegeben wird, den berechneten Werth 25° 30′ erfordert. Sehr gut messbar waren die Flächen von (117) und (301):

	beobachtet:	berechnet:
$(117) : (001) =$	19° 46′	19° 45′
$(117) : (\bar{1}\bar{1}7)$	27° 39′	27° 39′
$(301) : (30\bar{1})$	21° 12′	21° 15′

Der zweite Krystall erscheint verkürzt, fast dicktafelförmig durch grosse Ausbildung der Basis oder richtiger durch vier äusserst flach nach innen sich senkende Flächen einer der Basis vicinalen Pyramide; er zeigt ferner (117) nur sehr schmal, dagegen (1.5.20) ziemlich gross und ähnelt daher in seinem Habitus auffallend den bekannten dicktafeligen Krystallen von Brasilien, nur dass an diesen die Flächen der ditetragonalen Pyramide etwas matter zu sein pflegen.

Die grösseren Anataskrystalle von Le Puys sind zuweilen mit Chloritschüppchen überzogen. Einen merkwürdigen, auf Quarz aufgewachsenen, ziemlich grossen Krystall besass zur Zeit unseres Besuches A l b e r t a z z o: derselbe schien in seinem mittleren Theile aus einem Sagenitaggregate zu bestehen, dessen Nadeln regelmässig schräg angeordnet waren und auf welchem gleichsam als Fortwachsung und es nur zum Theil umhüllend, oben und unten jedoch die scharfkantige Endigung des Krystalles bildend, die Anatassubstanz erschien.

Vergleicht man die in den beiden letzten Abschnitten beschriebenen Lagerstätten, so sieht man, dass diejenigen in den grünen Amphibolschiefern von den in Schichten hellen

körnigen Gneisses gelegenen durch die Paragenesis der in denselben auftretenden Mineralien durchaus verschieden sind. Die ersteren werden charakterisirt durch den Axinit und den Epidot, neben denen sehr häufig Asbest und Calcit erscheinen, und da die drei letztgenannten Mineralien die gewöhnlichsten Zersetzungsprodukte der Hornblende, welche in den die Lagerstätten umschliessenden Gesteinen weitaus vorherrscht, bilden, so gibt das Auftreten derselben wichtige Fingerzeige für die Entstehung der betreffenden Minerallagerstätten. Ganz abweichend davon ist die Mineralführung der Klüfte in den hellen körnigen Gneissschichten: hier ist Albit das eigentlich bezeichnende und meist weitaus vorherrschend auskrystallisirte Mineral, welches von Quarz, Anatas, Turnerit u. s. w. begleitet wird; besonders wichtig für die Frage der Genesis ist hierbei das Vorkommen von Carbonaten und das oft massenhafte Auftreten von Chlorit. Wie man sieht, gleichen diese letzteren Vorkommen vollständig denen der Schweizer Alpen (Tavetsch, Maderanerthal). Beide Arten von Minerallagerstätten des Dauphiné haben aber das gemeinsam, dass sie kleinere wenig weit fortsetzende Klüfte und linsenförmige Hohlräume bilden, deren ganze Beschaffenheit es wahrscheinlich macht, dass die darin auskrystallisirten Mineralien nicht gleichzeitig mit dem umgebenden Gesteine sich bildeten, sondern einem späteren, am wahrscheinlichsten wohl auf wässerigem Wege sehr langsam vor sich gegangenen Auslaugungsprocesse ihre Entstehung verdanken, und aus diesem Grunde die Lagerstätten eine so deutliche Abhängigkeit ihrer Mineralführung von der Natur des umgebenden Gesteines zeigen.

Herr K. Haushofer hielt einen Vortrag:

„Beiträge zur mikroskopischen Analyse."

1. Ueber die Anwendung der concentrirten Schwefelsäure in der mikroskopischen Analyse.

Es ist bekannt, dass die concentrirte Schwefelsäure bei der Erwärmung gewisse Körper unzersetzt aufzulösen im Stande ist, welche bei der Abkühlung oder auf Zusatz von Wasser wieder abgeschieden werden. In einigen Fällen und bei Beobachtung gewisser Vorsichtsmassregeln findet die Abscheidung in mikroskopischen Krystallen statt — wie z. B. bei den Sulfaten von Baryum, Strontium, Calcium und Blei, bei der Harnsäure und anderen organischen Verbindungen; andere Körper, wie Tellur und Selen können auf diesem Wege nur im amorphen Zustande erhalten werden. Die Abscheidung im krystallisirten Zustande gibt ein vortreffliches Mittel für den mikroskopischen Nachweis bestimmter Körper ab und bildet damit die Grundlage einiger schon länger bekannten mikroskopischen Reactionen.

Ich habe im Verlauf meiner Untersuchungen in dieser Richtung das Verhalten der Säure gegen eine Reihe von anderen Verbindungen geprüft und bin dadurch zu einigen Ergebnissen gekommen, welche vielleicht für die mikroskopische Analyse nicht ohne Nutzen sind und desshalb eine kurze Erwähnung verdienen.

Bei den folgenden Reactionen ist der Umstand zu berücksichtigen, dass dabei. Zersetzungen und Neubildungen vor sich gehen; da jedoch die neugebildeten Körper in dem Ueberschuss der Säure unlöslich sind oder bei der Abkühlung sich in Krystallen abscheiden, bleibt der Erfolg für die mikroskopische Analyse ein ähnlicher. Das Schwefelsäurehydrat erscheint bei den in der Folge beschriebenen Operationen als ein sehr kräftiges Oxydationsmittel, dessen Wirksamkeit in manchen Fällen — z. B. bei Zinnober, sogar die der Salpetersäure übertrifft.

Die Versuche werden am zweckmässigsten in gewöhnlichen Probirröhrchen ausgeführt; es empfiehlt sich, die zu prüfenden Körper als zartes Pulver anzuwenden und zwar in Mengen von 10—15 mg, wozu etwa 0,2—0,3 kcm Schwefelsäure ausreichend sind.

Wenn man Kupfer und Kupferverbindungen, welche kein anderes Schwermetall enthalten, mit concentrirter Schwefelsäure in der Siedhitze behandelt, bildet sich unter Entwicklung von Schwefeldioxyd ein in der überschüssigen Säure unlöslicher grauer oder röthlichgrauer Rückstand, welcher der Hauptsache nach aus einem stets krystallisirten wasserfreien Kupfersulfat von rhombischen Formen besteht. Unter dem Mikroskop erscheint das Salz vorherrschend in farblosen, manchmal blass-röthlich violetten[1]) Tafeln, deren ebene Winkel im Umfange nahe an 120° messen und ihnen deshalb oft einen hexagonalen Habitus geben. Gewöhnlich findet sich jedoch an zwei gegenüberliegenden Seiten eine Zuschärfung durch je zwei Flächen, welche, wenn man die Tafelfläche der Krystalle als basisches Flächenpaar ansehen will, einem Brachydoma angehören. Einzelne kleinere Krystalle stellen sich als Täfelchen von rhombischen Umrissen dar. Dickere tafel-

1) Diese Färbung scheint von einer Spur von Kupfersulfid herzurühren.

förmige Krystalle besitzen oft symmetrisch vertheilte Hohlräume. Als Zerrformen gehen aus den sechsseitigen Tafeln durch Einbuchtung ihrer Seiten sechsstrahlige Sterne hervor, oft nach einer der Horizontalaxen in die Länge gestreckt.

Die Auslöschungsrichtungen entsprechen den Symmetrielinien der Formen; das Polarisationsvermögen ist nicht gross.

Lässt man den Flüssigkeitstropfen mit den Krystallen auf dem Objectglase einige Minuten der Luft ausgesetzt, so nimmt er rasch Wasser auf und die Krystalle zerfliessen; bald aber erscheinen an ihrer Stelle die blassblauen flachen Prismen des Kupfervitriols mit ihren unsymmetrischen Formen.

Die Gegenwart verhältnissmässig untergeordneter Mengen anderer Schwermetalle übt einen wesentlichen Einfluss auf die Ausbildung der Krystalle aus.

Bei der Behandlung der sogenannten Fahlerze mit siedender concentrirter Schwefelsäure ergibt sich ein Rückstand, welcher fast ausschliesslich aus dünnen Prismen mit rectangulärem Querschnitt und meisselförmig zugeschärften Enden besteht. Der ebene spitze Winkel am Ende der Prismen misst etwa 26°. Die Krystalle zeigen gerade Auslöschung, lassen bei grösserer Dicke gewöhnlich eine blass-röthlichviolette Farbe erkennen und gehören wahrscheinlich demselben Salze an.

Seltener — z. B. in dem Rückstand vom Tetraedrit von Müsen — finden sich dünne breite Täfelchen von rhomboidalen Umrissen.

Bei dem (bis 15 Proc.) Quecksilber haltenden Spaniolit von Schwaz in Tyrol erscheinen die Prismen an den Enden abgeschrägt oder in ähnlicher Weise eingekerbt wie die Krystalle des wasserfreien Zinksulfats (s. u.).

Bei der gleichen Behandlung eisenreicher Kupferverbindungen, wie Kupferkies, Bornit, finden sich in dem Rückstande die Krystalle des Eisensulfates (s. u.) neben dem Kupfersulfat; letztere erscheinen theils als sechsseitige Tafeln, theils

als zierliche blass-röthliche Prismen mit einer domatischen Endigung.

Lässt man den Flüssigkeitstropfen mit den Krystallen einige Zeit der Luft ausgesetzt, so kann man beobachten, wie zuerst die Krystalle des Kupfersulfats sich auflösen, während das Eisensulfat erst nach längerer Zeit sich aufzulösen beginnt.

Im Rückstande, der von der Behandlung des Kupferkieses mit concentrirter Schwefelsäure herrührt, finden sich bisweilen neben den Krystallen des Eisensulfats und neben den in der Menge wesentlich untergeordneten Prismen des Kupfersulfats eigenthümliche doppelkugelförmige Aggregate, welche die Polarisationserscheinungen der Radioliten zeigen und durch Uebergangsformen mit rectangulären Tafeln im Zusammenhang stehen.

Bei der Anwendung des Verfahrens auf Domeykit (Cu_3 As) erhält man einen Rückstand, der ausschliesslich aus den tafelförmigen Krystallen des Kupfersulfats besteht; nach längerer Zeit — 24 Stunden — erscheinen an den Glaswänden der Probirröhre festsitzende farblose Krystalle von rhombischem Habitus, welche, wenn man sie an der Luft liegen lässt, in der Lösung zerfallen und schliesslich ein Haufwerk von Oktaederchen bilden. Es ist wohl arsenige Säure in ihren beiden Modificationen. Auch wenn man den Rückstand mit einem Tropfen der überstehenden Lösung längere Zeit auf dem Objectglase der Luft aussetzt, scheiden sich die Oktaëder der arsenigen Säure ab, während sich das Kupfersalz auflöst.

Bei der angegebenen Zersetzung von Sulfureten und Sulfosalzen wird amorpher Schwefel, unter Umständen auch Schwefelarsen abgeschieden.

Bei der Behandlung der meisten Verbindungen des Eisens mit siedender concentrirter Schwefelsäure bildet sich ein im Ueberschuss der Säure unlöslicher Rückstand, welcher ein hinsichtlich seiner Zusammensetzung noch nicht näher

untersuchtes, durch seine Krystallformen aber vorzüglich charakterisirtes wasserfreies Eisensulfat (ohne Zweifel ein Ferrosulfat) enthält. Dasselbe bildet farblose dünne, aber sehr scharf entwickelte Täfelchen von rhombischem Habitus mit einem spitzen ebenen Winkel von c. 87°. Sehr oft sind die Ecken der Täfelchen abgestumpft, manchmal nur die stumpfen, gewöhnlich auch die spitzen. An kleineren Krystallen kann man bisweilen eine feine gerade Linie beobachten, welche die Täfelchen in der Richtung der brachydiagonalen Axe halbirt. Man könnte sie vielleicht als eine Zwillingsnaht deuten; die Polarisationserscheinungen geben dafür keinen Anhaltspunkt. Letztere werden besonders dann, wenn die Täfelchen flach auf dem Objectglase liegen, äusserst schwach und es ist nur schwierig zu erkennen, dass die Auslöschungsrichtungen in dem Falle den Diagonalen entsprechen.

Eigentliche Zerrformen und Skelettbildungen finden sich nicht, öfter aber Verwachsungen der Täfelchen in einer Ebene mit gemeinsamer Brachydiagonale oder Makrodiagonale. Grössere Krystalle zeigen oft am Rande symmetrisch gruppirte Hohlräume. Das Salz ist in Wasser nur langsam auflöslich und verliert erst, wenn der Flüssigkeitstropfen auf dem Objectglase geraume Zeit der Luft ausgesetzt war, seine scharfen Kanten.

Wenn man Zinkverbindungen z. B. Zinkblende, Messing, Franklinit oder Kieselzinkerz mit concentrirter Schwefelsäure in der Wärme behandelt, scheidet sich ein in der überschüssigen Säure unlösliches wahrscheinlich saures Zinksulfat ab, welches in farblosen mikroskopischen Krystallen erscheint. Es bildet flache, manchmal feincannelirte Prismen mit schiefer Endigung, gewöhnlich aber an den Enden unsymmetrisch gegabelt oder ausgezähnt, nicht selten an die Formen des Gyps erinnernd.[1]) Besonders gut werden die Krystalle durch ihre

1) Es bleibt noch zu ermitteln, ob das Salz mit dem von v. Kobell (J. f. prakt. Chem. 28, 492.) beschriebenen Zinksulfat identisch ist.

schiefliegende Auslöschungsrichtung charakterisirt, welche mit der Längskante der Lamellen einen Winkel von 46—47° bildet. Dadurch allein ist das Salz manchmal von ähnlichen Formen des Kupfersalzes und Quecksilbersalzes zu unterscheiden, welche bisweilen auch schräg gegabelte Enden aber stets gerade Auslöschung besitzen. Solche erhält man z. B. von dem Schwazer Spaniolit. — Auf gleiche Weise lassen sich auch aus Quecksilberverbindungen krystallisirte Sulfate dieses Metalls darstellen. Feinzertheilter Zinnober wird durch Kochen mit concentrirter Schwefelsäure langsam, aber vollständig unter Abscheidung eines farblosen krystallinischen Pulvers zersetzt, welches jedoch selten deutliche Formen erkennen lässt. Bessere Resultate gewinnt man, indem man der Schwefelsäure einen Tropfen concentrirter Salpetersäure zusetzt. Die Zersetzung geht dann rascher von statten und der Rückstand zeigt ziemlich constante Formen. Es sind zumeist tafelförmige Krystalle oder Krystallskelette, welche symmetrisch liegende Auslöschungsrichtungen und einen rhombischen Habitus besitzen. Manche Krystalle erscheinen wie Oktaëder, die meisten als flache, an den Enden abgeschrägte oder unsymmetrisch gegabelte Lamellen.

Auch die Silbererze mit Ausnahme der Halogensalze des Silbers werden durch siedendes Schwefelsäurehydrat zerlegt. Dabei bildet sich das wasserfreie Silbersulfat, welches, im Ueberschusse der heissen Säure löslich, beim Erkalten eines Tropfens der Lösung sich in recht charakteristischen Mikrokrystallen abscheidet.

Dieselben gehören dem rhombischen System an und lassen sich der Mehrzahl nach auf eine flache rhombische Pyramide mit einem spitzen Basiswinkel von c. 77° beziehen. Dazu treten Andeutungen von domatischen Flächen und von verticalen Pinakoiden.

Daneben setzt sich oft, z. B. bei der Behandlung von

Rothgültigerzen, ein sehr feiner Krystallstaub ab, dessen Formen nicht mehr bestimmbar sind.

Natürliches Chlorsilber wird von siedender concentrirter Schwefelsäure nur langsam angegriffen, wobei sich ein Theil unzersersetzt auflöst, ein kleiner Theil zersetzt wird; bei der Abkühlung eines Tropfens der klaren Lösung scheiden sich amorphes flockiges Chlorsilber und Krystalle von Silbersulfat ab.

Von den natürlichen Verbindungen des Nickels geben nur einzelne mit concentrirter Schwefelsäure deutlich krystallisirte Salze. Nickelarsen wird unter Entwicklung von schwefliger Säure langsam, aber vollständig zersetzt; den Rückstand bildet ein wasserfreies Nickelsulfat, dessen Formen sehr constant sind, an tetragonale Prismen mit einer aufgesetzten Pyramide erinnern, aber schiefe Auslöschung besitzen. Aus der überstehenden klaren Lösung setzen sich bei der Abkühlung scharfe mikroskopische Oktaëder von arseniger Säure ab.

Ebenso verhalten sich Gersdorffit und Ullmannit. Millerit wird nur sehr langsam zersetzt; der unlösliche Rückstand besteht aus demselben Salze, gewöhlich aber nur in sehr kleinen und undeutlichen Krystallen, zum Theil auch in Pseudomorphosen nach dem angewandten Mineralpulver.

Bei gleicher Behandlung von Kobalterzen ist es mir nicht gelungen, mikroskopische Krystallabscheidungen zu erhalten. Kobaltin und Smaltin lösen sich nach längerem Kochen in concentrirter Schwefelsäure zu violblauer Flüssigkeit, aus der sich bei der Abkühlung nur die Oktaëder der arsenigen Säure abscheiden.

Die Manganerze verhalten sich gegen Schwefelsäurehydrat verschieden, je nachdem das Metall als Oxydul- oder Oxydverbindung vorhanden ist. Manganspath und Schwefelmangan lösen sich leicht und vollständig — letzteres unter Schwefelabschiebung — zur klaren Flüssigkeit, in welcher bei genügender Sättigung mit der Abkühlung eine Reihe von

krystallisirten sauren Sulfaten sich abscheiden. Zuerst erscheinen farblose ziemlich grosse flache Prismen — ähnlich jenen des wasserfreien Zinksalzes — mit schiefliegenden Endflächen, gewöhnlich aber an den Enden undeutlich begränzt. Sie sind durch schiefe Auslöschung charakterisirt; eine Auslöschungsrichtung schneidet die Längskante der Krystalle unter c. 23—25°.[1])

Bringt man diese Krystalle mit einem Tropfen der Lösung auf das Objectglas und lässt sie der Luft ausgesetzt, so lösen sie sich nach kurzer Zeit in Aggregate kleinerer Prismen mit gerader Auslöschung auf, welche letztere jedoch noch unbeständiger sind und alsbald sich in ein Haufwerk sechsseitiger flacher Täfelchen umwandeln, die nach ihrem Verhalten im polarisirten Lichte dem hexagonalen System angehören.[1]) Diese Krystalle zerfliesssen mit der fortschreitenden Wasseraufnahme des Tropfens; an ihrer Stelle erscheinen kleine, an den Enden zugespitzte, in der Mitte eingekerbte Ellipsoide, welche Aggregatpolarisation besitzen. Auch diese Bildungen verschwinden allmählig wieder, indem sie zuerst trüb und bräunlich werden.

Aus Verbindungen, welche aus Manganosalzen mit Ferrosalzen bestehen, wie z. B. Triplit, Triphyllin etc., bilden sich bei dieser Behandlung neben den vergänglichen prismatischen Krystallen des Manganosulfats die anscheinend quadratischen Täfelchen des vorher beschriebenen Eisensulfats.

Die Manganoxydverbindungen Manganit, Braunit, Hausmannit bilden mit heisser conc. Schwefelsäure klare, schön violettgefärbte Lösungen. Lässt man dieselben in dem Probir-

---

1) Möglicherweise das von Schultz beobachtete übersaure Sulfat $Mn\,H_2(SO_4)_2 \cdot 2(H_2SO_4)$. A. a. O.

2) Es ist dieses Salz wahrscheinlich identisch mit dem sauren Sulfat $Mn\,H_2(SO_4)_2$, welches Schultz beschrieb (Dissert. Berlin 1868, 27) und isomorph mit dem analogen Magnesiumsalz (S. Autor Sitz. Ber. 1884, 596.)

röhrchen abkühlen und einige Zeit stehen, so bildet sich — bei genügender Sättigung — ein Absatz von farblosen prismatischen Krystallen, welche nach ihrem Habitus, nach dem Verhalten gegen das polarisirte Licht und nach ihrer Veränderlichkeit mit dem zuerst beschriebenen Manganosulfat identisch zu sein scheinen.

Es mag bei dieser Gelegenheit erwähnt werden, dass metallisches Arsen, ähnlich wie das Arsen der meisten Arsenmetalle von siedendem Schwefelsäurehydrat leicht und vollständig als arsenige Säure gelöst wird. Die Lösung setzt bei der Abkühlung sehr scharfe mikroskopische Oktaëder und verwandte tesserale Formen von Arsenit ab.

Antimon, Antimonoxyd und Schwefelantimon lösen sich in heissem Schwefelsäurehydrat vollständig und klar auf, das letztere unter reichlicher Abscheidung von Schwefel. Beim Erkalten bildet sich, wenn die Lösung nicht zu arm an Antimon war, eine Ausscheidung von farblosen flachprismatischen Krystallen, welche entweder elliptische oder symmetrisch sechseckige Umrisse besitzen oder in feinen Nadeln erscheinen. Sie sind durch gerade Auslöschung charakterisirt und lösen sich mit fortschreitender Wasseraufnahme des Tropfens bald wieder auf. An ihrer Stelle erscheint eine Krystallisation von kleinen beiderseits zugespitzten Prismen, welche gerade Auslöschung besitzen und meist zu sternförmigen Gruppen verwachsen sind. Diese sind in Wasser nicht mehr löslich und wahrscheinlich die rhombische Modification der antimonigen Säure. Bei Zusatz von Wasser zur ursprünglichen Lösung erhält man nur flockige amorphe antimonige Säure.

Unter Umständen könnte das Schwefelsäurehydrat auch für einen mikroskopischen Nachweis der Borsäure Verwendung finden. Sämmtliche im Mineralreich vorkommenden Borate werden von concentrirter Schwefelsäure in der Wärme leicht zerlegt, wobei die Borsäure in Lösung geht, bei der Erkaltung aber in ihren charakteristischen Krystallformen zum

Theil wieder abgeschieden wird. Sie bildet anscheinend hexagonale Täfelchen, welche jedoch dadurch, dass sie zwischen gekreuzten Nicols in keiner Stellung ganz auslöschen, erkennen lassen, dass sie nicht hexagonal sind. Nebenbei erscheinen prismatische Formen, welche gewöhnlich auf der vorwaltend ausgebildeten Fläche $\infty \bar{P} \infty$ (100) liegen und eine Auslöschungsschiefe von etwa 12° besitzen. Es ist bemerkenswerth, dass die Borsäure bei dieser Behandlung, wie die Krystalle beweisen, ihr Hydratwasser festhält.

Ich führe den Versuch in der Weise aus, dass ein minimales Körnchen der zu prüfenden Substanz mit einem sehr kleinen Tröpfchen Schwefelsäurehydrat auf dem Objectträger selbst über der Gaslampe bis zum Rauchen der Schwefelsäure erhitzt wird, worauf man abkühlen lässt. Bei Gegenwart von Calcium bildet sich zugleich wasserfreies Calciumsulfat, welches jedoch bei längerem Luftzutritt sich in Gyps umsetzt.

Versuche, welche darauf abzielten, die Borsäure auf gleiche Weise in den unzersetzbaren Borosilicaten des Mineralreichs, im Turmalin und Axinit nachzuweisen, haben bis jetzt zu keinem brauchbaren Ergebnisse geführt.

2. Eine mikroskopische Reaction auf Kupfer.

Eine sehr empfindliche Methode für den Nachweis von Kupfer unter dem Mikroskop gründet sich auf die Fällung stark ammoniakalischer Kupferlösungen durch Ferrocyankalium. Der rothbraune Niederschlag, welchen Ferrocyankalium in neutralen oder schwach sauren Kupferlösungen hervorbringt, ist stets amorph und besitzt desshalb, obwohl er noch bei sehr weitgehenden Verdünnungsgraden zu Stande kommt, für die mikroskopische Praxis nur geringen Werth. Es empfiehlt sich desshalb folgendes Verfahren: die auf Kupfer zu prüfende Lösung wird reichlich mit Ammoniak übersetzt, wenn nöthig, filtrirt, ein Tropfen des Filtrats auf das Ob-

jectglas gebracht und mit einer geringen Menge Ferrocyankalium-Lösung versetzt. Zunächst bleibt die Flüssigkeit klar; in dem Masse aber, als das Ammoniak verdunstet, trübt sie sich durch Ausscheidung eines Krystallsedimentes, welches anfangs eine licht ockergelbe Farbe zeigt. Die dabei sich bildenden Mikrokrystalle entwickeln sich um so regelmässiger, je langsamer das Ammoniak fortgeht. Es ist desshalb zweckmässig, das Objectglas sogleich nach dem Zusatz des Ferrocyankaliums unter eine kleine Glasglocke zu bringen oder mit einem Uhrglas zu überdecken. Sollte der Niederschlag gleich bei dem Hinzufügen des Ferrocyankaliums entstehen, so ist die vorhandene Menge von Ammoniak nicht ausreichend und die Bildung deutlicher Mikrokrystalle nicht zu erwarten.

Die Krystalle, welche dem zuerst von Bunsen beschriebenen[1]) Ferrocyankupferammoniak $FeCy_3 . 2Cu . 2NH_3 + H_2O$ angehören, erscheinen in zwei Typen, welche jedoch durch Uebergangsformen verbunden sind: in kleinen Täfelchen von rhombischen Umrissen mit diagonal orientirten Auslöschungsrichtungen und in dünnen rectangulären Lamellen mit gerader Auslöschung. In stärkeren Lösungen entstehen schneeflockenförmige Krystallgruppen. Die Farbe der Krystalle ist anfangs blassgelb, wird aber, wenn das Ammoniak der Lösung verdunstet ist, ziemlich rasch honiggelb, braungelb und geht bald vollständig in das charakteristische Braunroth des Ferrocyankupfers über, so dass man zuletzt die Krystalle als eine Pseudomorphose von Ferrocyankupfer nach der ersten Verbindung ansehen kann. Dabei vermindert sich auch die Durchsichtigkeit und das anfangs ziemlich lebhafte Polarisationsvermögen derselben.

Für die Entwicklung normaler einfacher Krystalle ist die Anwendung sehr verdünnter Lösungen zu empfehlen.

---

1) Pogg. Anm. XXXIV, 134. — Vgl. Monthiers, Journ. f. prakt. Chem. XLI, 113.

Versuche haben ergeben, dass die besten Krystalle sich aus Kupferoxydammoniaksalz-Lösungen bilden, welche etwa auf 2500 ccm Flüssigkeit 1 g Kupfer enthalten. Dabei ist die blaue Färbung der Lösung auf dem Objectglase kaum mehr zu erkennen und in einem Tropfen derselben ist ungefähr 0,00005 g oder 1/20 mg Kupfer enthalten. Nach dem Eintrocknen des Flüssigkeitstropfens auf dem Objectglase lässt sich der Niederschlag durch Auswaschen von überschüssigem Ferrocyankalium befreien.

Herr G. Bauer bespricht und übergibt im Namen des Herrn Professor Franz Meyer in Tübingen eine Abhandlung:

„Ueber die Reducibilität von Gleichungen, insbesondere derer vom fünften Grade, mit linearen Parametern." [1])

Die vorliegende Note knüpft in ihren beiden Theilen an die von Herrn Brill in den Berichten vom Mai dieses Jahres publicirte Untersuchung an. Diese concentrirte sich auf die Aufgabe, aus einer, in den Variabeln λ und μ ganzen Function $g(\lambda, \mu)$, welche sich in die Form bringen lässt:

$$(1) \quad g(\lambda, \mu) = f_1(\lambda)\varphi_1(\mu) + f_2(\lambda)\varphi_2(\mu) + \ldots + f_d(\lambda)\varphi_d(\mu),$$

(wo die f, φ wieder ganze Functionen ihres Argumentes sind) den Factor $\lambda - \mu$ auszuscheiden, d. h., die Coëfficienten $g(\lambda\,\mu)$ so zu bestimmen, dass die Gleichung identisch statthat:

$$2) \quad \sum_{i=1}^{i=d} \overset{n}{f_i}(\lambda)\, \overset{\nu}{\varphi_i}(\mu) = (\lambda - \mu)\, \overset{n-1,\,\nu-1}{F}(\lambda, \mu),$$

1) Vgl. den kurzen Bericht im Tageblatte der Strassburger Naturforscherversammlung (1885) pg. 174. Betrachtungen von ähnlicher Art hat auch Herr Petersen angestellt. (Theorie der algebraischen Gleichungen, Abschnitt I. Capitel 4), indem er Curven vierter Ordnung in der Ebene mit solchen Graden schneidet, dass die Gleichung für die Abscissen der Schnittpunkte durch Quadratwurzelausziehen lösbar ist (vgl. auch H. Wiener, Ueber Involutionen auf ebenen Curven, Münchener Dissertation, 1881). Doch sind unsere Entwicklungen in Anlage und Ausführung von den genannten wesentlich verschieden.

wo F eine Function wie g ist, und die oberen Indices immer die bezüglichen Grade bedeuten. In diesem Falle „existirte", wie wir sagen wollen, „für die (gegeben gedachte) rationale Ordnungscurve R_n:

(3) $$x_1 : x_2 : \ldots : x_d = f_1(\lambda) : f_2(\lambda) : \ldots : f_d(\lambda)$$

eine gewisse Mannigfaltigkeit von rationalen Classencurven P_ν:

(4) $$u_1 : u_2 : \ldots : u_d = \varphi_1(\mu) : \varphi_2(\mu) : \ldots \varphi_d(\mu)\text{“}$$

mit der Beziehung, dass jedes Element (u) von P_ν durch das projectivisch zugeordnete Element (x) von R_n (gleichen Argumentes) hindurchgeht.

Diese Aufgabe soll in dem ersten Theile dieser Note in dem Sinne weitergeführt werden, dass der Begriff der Reducibilität der Function g (1) mehr zur Geltung kommt, indem die identische Zerfällung:

(A) $$\overset{n\ \nu}{g(\lambda, \mu)} = \overset{p_1, \pi_1}{F_1(\lambda, \mu)} \cdot \overset{p_2, \pi_2}{F_2(\lambda, \mu)} \ldots\ldots \overset{p_q, \pi_q}{F_q(\lambda, \mu)}$$
$$(\Sigma p = n, \ \Sigma \pi = \nu)$$

untersucht wird. Dabei sollen irgend welche Coefficienten in $g(\lambda, \mu)$ als gegeben, die übrigen als gesucht betrachtet werden.

Dann ergibt sich (§ 1) eine einfache Regel zur Aufstellung für die Anzahl der Bedingungen, welche die Zerlegung (A) erfordert; die beiden, practisch wichtigen Fälle von „uneigentlichen" Zerlegungen, in denen jene Regel versagt, werden (§ 2) besonders erörtert. Dabei ist indessen noch ganz abstrahirt von der (im Allgemeinen irrationalen) Art und Weise, wie die Coefficienten der einzelnen Factoren $F(\lambda, \mu)$, nebst den, als gesucht angenommenen Coefficienten von $g(\lambda, \mu)$, von den Gegebenen abhängen, sowie von der Berechnung jener Coefficienten.

Um jene Abhängigkeit genauer bestimmen zu können, werden wir uns die Gleichung (A) den Principien der Gruppentheorie gemäss entstanden denken.

Der nächste Schritt ist, den Uebergang von einer Form $\Sigma f(\lambda)\, u$, wo die u homogene, lineare Parameter vorstellen, zu der vorgelegten $\Sigma f(\lambda)\, \varphi(\mu)$, die reducibel werden soll, zu bewerkstelligen.

Dieses Stadium der Auffassung findet seinen Ausdruck in der Aufgabe:

(B) Gegeben sei eine Gleichung n^{ten} Grades mit beliebig vielen (nicht homogenen) linearen Parametern:

$$(5) \quad f_1(\lambda) + f_2(\lambda)\frac{u_2}{u_1} + f_3(\lambda)\frac{u_3}{u_1} + \ldots + f_d(\lambda)\frac{u_d}{u_1} = 0,$$

deren (sonstige) Coefficienten aus gewissen Urelementen R'. R'', ... rational entstanden sind, oder, wie man sagt, einem gewissen Rationalitätsbereich (Körper) $R(R', R'', \ldots)$ angehören.

Es soll die Gleichung (5) unter „Adjunction" einer weiteren, ganz willkürlichen Grösse μ, sowie, wenn sich dies als nothwendig erweisen sollte, von weiteren, nur von den R', R'', ... abhängenden Irrationalen reducibel gemacht werden".

Dies ist aber nur ein specieller Fall des Problems:

(C) „Gegeben sei eine ganze Function g einer Unbekannten λ, deren Coefficienten dem Körper $R(R', R'', \ldots)$ angehören. Diese Function g (oder auch die Gleichung $g = 0$) soll in dem Sinne reducibel gemacht werden, dass die Coefficienten der einzelnen Factoren von g nach Adjunction von Grössen, die nur von einem Theile der Urelemente $R', R'', \ldots$ irrational (von den übrigen also rational) abhängen, rational bekannt werden."

(C′) „Werden diese übrigen Urelemente durch nur ein Element μ repräsentirt, so kommt die Aufgabe (C) wieder auf (B) {oder (A)} zurück", die im Folgenden allein berücksichtigt wird.

Dabei mag noch bemerkt sein, dass auch die scheinbar allgemeinere Aufgabe, unter Beibehaltung der Trennung der Urelemente in die zwei bezeichneten

Gebiete überhaupt die Gruppe G einer Gleichung zu reduciren, sich unter (C) subsumirt, da ja der stufenweisen Reduction von G eine stufenweise Zerfällung der Galois'schen Resolvente in rationale Factoren correspondirt.

Es ist also wesentlich die Beschränkung — die man sich auferlegt, wenn man unter den Urelementen (bei der Vornahme der erforderlichen Adjunctionen) eine geeignete Auswahl trifft — welche einen Fortschritt in der Behandlung des Hauptproblemes der Gruppentheorie indicirt.

Bei der Inangriffnahme der Aufgabe (C′) sind mir die Methoden zu Statten gekommen, die ich bei einer früheren Gelegenheit[1]), wo ich die Gleichungssysteme (3) {oder (4)} einer zusammenhängenden, algebraischen Behandlung unterwarf, benützte.

Um hier jedoch nicht zu weitläufig zu werden, habe ich es vorgezogen, einen besonderen, schon hinreichend allgemeinen Fall $d = 3$, $n = 5$, $\nu \leqq 5$ vollständig durchzuführen, indem sich verschiedene Schwierigkeiten, die sich bei der allgemeineren Aufgabe erheben, bei diesem Beispiele direct überwinden lassen.

Nach einem ersten Ansatze (§ 3), der nach der Vorschrift des § 1 verfährt, handelt es sich um die Isolirung der eigentlichen Zerlegungen, sowie um deren Existenznachweis.

Als Haupthülfsmittel wird eine Abbildung der R_5 auf eine allgemeine Fläche dritter Ordnung eingeführt, die je drei in gerader Linie liegenden Punkten der R_5 einen Punkt der Fläche in ein-eindeutiger Weise zuordnet. (§ 4.)

Eine analoge Abbildung der R_5 auf eine gewisse Regelfläche dritter Ordnung im Raume von vier Dimensionen dient mehrfach zur Controlle.

---

1) In meiner Schrift „Apolarität und Rationale Curven", Tübingen bei Fues 1883. Im Folgenden mit „Ap." bezeichnet.

In § 5 wird der Existenznachweis für die eigentlichen Zerlegungen (aus denen sich die uneigentlichen dann von selber ergeben) in der Weise geführt, dass alle Möglichkeiten, je nach Art der auftretenden Factoren, in fünf Gruppen eingetheilt werden, deren jede für sich discutirt wird.

Die erforderlichen Adjunctionen von Irrationalen resp. von Wurzeln irreducibler Hülfsgleichungen werden in § 6 angegeben.

Ob aber auch im Allgemeinen die zu adjungirenden Irrationalitäten nur von den Ordnungssingularitäten der R_n (3) abhängen, soll dahingestellt bleiben.

Die Resultate sind in den Tabellen, welche den Schluss der Note bilden, verzeichnet; ihre Erläuterung nebst einer kurzen Zusammenfassung ihres Inhalts findet man in § 10.

Diesem ersten hauptsächlichen Theile der Note schliesst sich ein kleinerer, zweiter an, der bestrebt ist, zu zeigen, wie Reducibilitätsfragen der vorliegenden Art die Algebra und Geometrie der rationalen Curven zu fördern vermögen.

Der Zusammenhang zwischen den Singularitäten einer R_n und einer, für sie existirenden P_ν wird untersucht. Dies findet eine weitere Anwendung auf die Frage nach denjenigen linearen Transformationen, welche in einer Gleichung n^{ten} Grades mit einer Unbekannten den zweiten und vorletzten Coefficienten zugleich zum Verschwinden bringen (§ 7).

Die rationale Verwandtschaft zwischen den zwei Argumenten eines Doppelpunktes solcher R_n, für die eine P_2 existirt, wird aufgestellt, und ihre Bedeutung für die Entstehung der R_n nachgewiesen (§ 8).

Endlich werden in § 9 eigenthümliche Sätze angegeben über die räumliche Lage von Singularitäten rationaler Curven auf Grund der Relationen, die zwischen deren Argumenten herrschen. Dahin gehört z. B. eine Ergänzung, die den neuerdings erkannten algebraischen Eigenschaften von der Figur zweier perspectivischen Dreiecke zu Theil wird.

---

§ 1. Die Abzählung bei der Zerlegung einer ganzen Function zweier Veränderlichen in Factoren.

Es handelt sich um die Anzahl der Bedingungen, unter welchen die ganze Function $\overset{n\ \nu}{g}(\lambda, \mu)$ in irgend eine Anzahl q von Factoren gleicher Art zerfällt, so dass man identisch hat:

$$(1) \qquad \overset{n\ \nu}{g}(\lambda, \mu) = F_1 \overset{p_1, \pi_1}{(\lambda, \mu)} F_2 \overset{p_2, \pi_2}{(\lambda, \mu)} \ldots F_q \overset{p_q, \pi_q}{(\lambda, \mu)}, \text{ wo}$$

$$(2) \qquad \sum_{i=1}^{i=q} p_i = n, \quad \sum_{i=1}^{i=q} \pi_i = \nu \text{ ist.}$$

Um den allgemeinsten Fall anzunehmen, denken wir uns eine beliebige Anzahl der Coefficienten in $g(\lambda, \mu)$ fest gegeben; die übrigen, etwa C an Zahl, seien disponibel, aber zugleich mit den unbekannten Coefficienten der $F_i(\lambda, \mu)$ so zu bestimmen, dass der Forderung der Zerlegung (1) genügt wird.

Da die Gleichung (1) identisch erfüllt werden soll, so liefert die Vergleichung entsprechender Producte $\lambda^i \mu^k$ $(n+1)(\nu+1)$ Gleichungen für die gesuchten Grössen, die in denselben je für sich linear auftreten.

Jeder Factor $Fr \overset{p_r\ \pi_r}{(\lambda, \mu)}$ weist $(p_r + 1)(\pi_r + 1)$ homogene Coefficienten auf: von der Gesammtzahl derselben hat man offenbar $q - 1$ abzuziehen, wenn man die Anzahl der eigentlichen, der rechten Seite von (1) entstammenden Unbekannten haben will.

Somit ist die Anzahl M der Bedingungen für die Zerlegung (1), oder, was dasselbe ist, die Mannigfaltigkeit[1]) der Lösungen unserer Zerlegungsaufgabe gleich der Differenz zwischen der Anzahl der Unbekannten und der Gleichungen, nemlich:

---

1) wobei auch der Begriff einer negativen Mannigfaltigkeit zugelassen wird.

(3) $$M = C + \sum_{i=1}^{i=q} (p_i + 1)(\pi_i + 1) - (n+1)(\nu + 1) - (q-1)$$

oder nach einfacher Umrechnung, mit Rücksicht auf (2):

(4) $$M = C - \sum_r \sum_s (p_r \pi_s + p_s \pi_r)_{(r \neq s)} = C - \sum_r \sum_s f_{rs},$$

wo f_{rs} den Grad der Resultante von $F_r(\lambda, \mu)$ und $F_s(\lambda, \mu)$ (die entsteht, wenn man eine der beiden Variabeln eliminirt) in der übrig bleibenden Variabeln bedeutet.

Nun drückt sich, wie man weiss, die (nach einer der beiden Variabeln genommene) Discriminante D von $g(\lambda, \mu)$ durch die entsprechend gebildeten Discriminanten D_i der F_i und Resultanten F_{rs} je zweier F_r, F_s folgendermassen aus:

(5) $$D = \prod_{i=1}^{i=q} D_i \prod_{r=1}^{r=q} \prod_{s=1}^{s=q} F_{rs}^2.$$

In Worten: „Die Discriminante von $g(\lambda, \mu)$ besitzt (im Allgemeinen[1]) gerade $\sum_r \sum_s f_{rs}$ Doppelwurzeln".

Schreiben wir demnach die Formel (4) in der Gestalt:

(4) $$\sum_r \sum_s f_{rs} = C - M,$$

so sagt dies aus, dass zwischen den Coefficienten einer, irgendwie reducibeln ganzen Function $g(\lambda, \mu)$ genau so viele Relationen herrschen, als die Discriminante von $g(\lambda, \mu)$ jedesmal Doppelwurzeln hat. Oder, wie man sich auch ausdrücken kann, die g a n z e K r a f t der Zerlegungsbedingungen richtet sich darauf, von der ganzen Function D (einen Variabeln) Doppelfactoren abzuspalten. Oder endlich in nunmehr verständlichem Sinne:

„Die Reducibilität einer ganzen Function $g(\lambda, \mu)$ regelt sich nach dem Gesetz, dass die Discriminante D von g einen

1) Dies heisst hier, dass nicht angenommen wird, die Discriminanten der einzelnen Factoren F_i besässen für sich Doppelfactoren. Im gegentheiligen Falle ist natürlich die Anzahl der letzteren der Σf_{rs} noch hinzuzufügen.

Doppelfactor aufweist, dessen Grad ein Maximum[1]) wird, nemlich so hoch, als es die Anzahl der Reducibilitätsbedingungen überhaupt erlaubt.“

Man wird diese Vorschrift in doppelter Weise anwenden: einmal bei bekanntem M die Zahl Σf_{rs} berechnen, und umgekehrt.

Als einfaches Beispiel diene die Zerlegung III der Tabelle:

$$(6)\quad g(\lambda^5, \mu^2) = f_1(\lambda^5)\varphi_1(\mu^2) + f_2(\lambda^5)\varphi_2(\mu^2) + f_3(\lambda^5)\varphi_3(\mu^2) = F_1(\lambda^1, \mu^1)\, F_2(\lambda^4, \mu^1).$$

Die $f_i(\lambda)$ seien gegeben, die $\varphi_i(\mu)$ mit ihren fünf eigentlichen Constanten gesucht. Hier ist $\Sigma f_{rs} = f_{12} = 4.1 + 1.1 = 5$.

Also ist $M = 5 - 5 = 0$, d. h. es gibt eine endliche Anzahl von Lösungen (und da die zu befriedigenden Gleichungen in den gesuchten Grössen linear[2]) sind, nur eine).

Umgekehrt kennt man (wie eine directe Abzählung zeigt) die Zahl $M = o$, so ergibt sich $f_{12} = 5$. Geometrisch bedeutet dies, wie leicht zu sehen, dass der einmal existirende Classenkegelschnitt

$$(7)\qquad u_1 : u_2 : u_3 = \varphi_1(\mu) : \varphi_2(\mu) : \varphi_3(\mu)$$

---

1) Diese Gleichungen $g = o$ können im besondern in solche übergehen, deren Discriminante ein volles Quadrat wird, wie sie Herr Netto im 95. Bande des Kronecker-Weierstrass'schen Journals untersucht hat.

Uebrigens ist unmittelbar zu sehen, dass die Bedingung des Textes eine nur nothwendige, keineswegs aber hinreichende ist.

Der Regel des Textes correspondirt eine ähnliche, bekannte für die Anzahl der Doppelpunkte einer zerfallenden, ebenen, algebraischen Curve, nur dass von diesen in unserem Falle, wenn $g(\lambda, \mu) = o$ diese Curve ist, eine grosse Zahl in's Unendliche fällt.

2) Das heisst, genauer: Die Bedingungsgleichungen lassen sich in diesem Falle so aufstellen, dass die Coefficienten der F_i ganz herausgegangen sind, und nur noch die φ_i als lineare Unbekannte auftreten.

die rationale, ebene Curve fünfter Ordnung:

$$(8) \qquad x_1 : x_2 : x_3 = f_1(\lambda) : f_2(\lambda) : f_3(\lambda)$$

so oft berührt, als er dazu im Stande ist, nemlich fünfmal. Denn die Punkte, in denen sich beide Curven berühren, sind durch die Doppelfactoren von D repräsentirt.

---

§ 2. Die uneigentlichen Zerlegungen erster und zweiter Art.

In zwei, häufig vorkommenden Fällen versagt die eben dargelegte Abzählungsmethode.

Erstlich dann, wenn in der linken Seite der Zerlegungsgleichung:

$$(1) \qquad \overset{n\ \nu}{g(\lambda, \mu)} = \Sigma \overset{n}{f(\lambda)} \overset{\nu}{\varphi(\mu)}$$

sämmtliche Functionen $\varphi(\mu)$ $\{$oder auch $f(\lambda)\}$ einen Factor $\overset{\nu'}{\psi(\mu)}$ (der dann auch auf der rechten Seite erscheint) gemein haben.

Eine derartige Zerlegung heisse eine uneigentliche erster Art.

Aus einer jeden eigentlichen Reduction entspringen unendlich viele uneigentliche erster Art: man hat nur auf beiden Seiten der Reductionsgleichung einen Factor $\psi(\mu)$ von beliebig hohem Grade in μ zuzufügen.

Um zu zeigen, dass in allen diesen uneigentlichen Fällen der Abzählungsmodus des § 1 unzulänglich ist, genügt die Betrachtung eines Beispiels. Es existire die eigentliche Zerlegung:

$$(2) \qquad \overset{n}{f_1(\lambda)} \overset{\nu}{\varphi_1(\mu)} + \overset{n}{f_2(\lambda)} \overset{\nu}{\varphi_2(\mu)} + \overset{n}{f_3(\lambda)} \overset{\nu}{\varphi_3(\mu)}$$
$$= \overset{p_1, \pi_1}{F_1(\lambda, \mu)} \, . \, \overset{n-p_1, \nu-\pi_1}{F_2(\lambda, \mu)};$$

so ist, bei gegebenen $f(\lambda)$, die Mannigfaltigkeit ihrer Lösungen:

(3) $\qquad M_\nu = 3\nu - 1 - \{p_1(\nu - \pi_1) + \pi_1(n - p_1)\}.$

Tritt jetzt auf beiden Seiten von (2) der willkürliche Factor $\overset{\nu'}{\psi}(\mu)$ hinzu (der links als in den φ eingehend angesehen wird), so steigt M_ν ersichtlich um $\nu' + 1$. Wollte man hier die Regel des § 1 anwenden, so würde, rechts $\overset{\nu'}{\psi}(\mu) = F_3^{o,\nu'}(\lambda, \mu)$ gesetzt, M_ν wachsen um:

(4) $\qquad 3\nu' - \nu'(p_1 + n - p_1) = \nu'(3-n).$ q. e. d.

Ebensowenig ist aber die Anwendung des allgemeinen Abzählungs-Verfahrens zulässig, wenn sich der Factor $\psi(\mu') = F_3$ unter den beiden andern, F_1 und F_2 irgendwie versteckt, wenn sich also die rechte Seite der uneigentlichen Zerlegung in der scheinbar eigentlichen Form darbietet:

(5) $\qquad F_1^{p_1, \pi_1 + \pi_1'}(\lambda, \mu) \,.\, F_2^{n - p_1, \nu - \pi_1 + \nu' - \pi_1'}(\lambda, \mu)$

wo π_1' irgend eine ganze Zahl zwischen o und ν' (je incl.) sein kann. Denn in diesem Falle würde sich die Mannigfaltigkeit M_ν (3), der allgemeinen Vorschrift gemäss, vermehren um:

(6) $\qquad 3\nu' - \{p_1(\nu' - \pi'_1) + \pi'_1(n - p_1)\}$

was wieder nicht zutrifft.

Das letztere Vorkommniss ist gerade ein in praxi häufiges.

Wir gehen über zu den uneigentlichen Zerlegungen zweiter Art.

Unter diesen sollen solche verstanden werden, die sich unter der Bedingung, dass man eine gewisse rationale Function der Variabeln μ als neue Variable einführt[1]), auf uneigentliche erster Art, und damit, wenn man den bezüglichen, beiden Seiten gemeinsamen Factor weghebt, auf eigentliche zurückführen lassen.

Umgekehrt erwachsen wieder aus einer beliebigen eigent-

1) cf. Lüroth, Mathematische Annalen, Band 9.

lichen Zerlegung unendlich viele uneigentliche zweiter Art, sobald man für μ die neue Unbekannte μ' einführt, wo:

$$(7) \qquad \mu = \frac{\overset{r}{\psi}(\mu')}{\overset{r}{\chi}(\mu')},$$

und ψ, χ ganze Functionen von μ' beliebig hohen Grades sind.

Auch dann wird die Vorschrift des § 1 illusorisch. Knüpfen wir wieder an das Beispiel (2) an, so steigt nach der Substitution (7) die Mannigfaltigkeit M_ν (3) der Lösungen um $(2r + 1) - 3 = 2(r \quad 1)$.

Der Grad in μ ver-r-facht sich, so dass uns die Reduction vorliegt:

$$(8) \qquad \overset{n}{f_1}(\lambda)\, \overset{r\nu}{\varphi'_1}(\mu') + \overset{n}{f_2}(\lambda)\, \overset{r\nu}{\varphi'_2}(\mu') + \overset{n}{f_3}(\lambda)\, \overset{r\nu}{\varphi'_3}(\mu') = \overset{\pi_1, r\pi_1}{F'_1}(\lambda, \mu')\, \overset{n - p_1, r(\nu - \pi_1)}{F'_2}(\lambda, \mu')$$

(nach zuvoriger Heraufmultiplication und Weghebung von $\overset{r\nu}{\chi}(\mu')$).

Dann würde man nach § 1 als Zuwachs von M_ν erhalten:

$$(9) \qquad 3(r - 1)\nu - r f_{12} = r M_\nu + 3(r - \nu),$$

was unmöglich ist.

Diese beiden Erscheinungen zeigen, wie die blosse Abzählung nach der in § 1 erörterten Methode nicht genügt, sondern in jedem einzelnen Falle durch einen Existenzbeweis ergänzt werden muss.

In dem unten durchgeführten Beispiel der Gleichungen fünften Grades mit zwei linearen Paramentern sind diejenigen uneigentlichen Zerlegungen erster und zweiter Art (die man zufolge der blossen Abzählung für eigentliche halten könnte), die nicht zugleich eigentliche sein können, in einer zweiten und dritten Tabelle, die eigentlichen in einer ersten zusammengestellt (am Schluss der Note).

Die Methode kann hier vorderhand nur die sein: nachdem man sich davon überzeugt hat (vermöge anderweitiger

Controlle), dass eine vorliegende Zerlegung unmöglich eine eigentliche sein kann, leitet man sie in der oben angegebenen Weise aus eigentlichen Zerlegungen, bei denen der Grad in μ ein kleinerer ist, her.

Die Schemata der eigentlichen Zerlegungen können in der mannigfaltigsten Art zugleich uneigentliche repräsentiren. Dies ist in der ersten Tabelle, weil ohne Interesse, nicht weiter angemerkt.

Die Zerfällung der Gleichungen fünften Grades mit zwei linearen Parametern.

§ 3. Der Ansatz.

Die wesentlichste Beschränkung, die nunmehr eintreten soll, um die oben im Allgemeinen betrachteten Zerlegungen im Einzelnen studiren zu können, besteht in der Annahme $d = 3$ d. h.

$$(1) \quad \overset{n,\nu}{g(\lambda,\mu)} = \overset{n}{f_1(\lambda)}\, \overset{\nu}{\varphi_1(\mu)} + \overset{n}{f_2(\lambda)}\, \overset{\nu}{\varphi_2(\mu)} + \overset{n}{f_3(\lambda)}\, \overset{\nu}{\varphi_3(\mu)}.$$

(Die Fälle $d = 1,2$ führen nur zu Trivialitäten).

Die Untersuchung der einfachsten Unterfälle $n = 2, 3, 4$, die mir auch vollständig gelungen ist, unterdrücke ich hier, um gleich zu dem instructiveren Falle $n = 5$ überzugehen.

Es sollen demnach in der ganzen Function fünften Grades:

$$(2) \qquad u_1\, f_1(\lambda) + u_2\, f_2(\lambda) + u_3\, f_3(\lambda)$$

(mit allgemeinen Coefficienten) für die homogenen Parameter u_i solche ganze[1]) Functionen einer Unbekannten μ $\overset{\nu}{\varphi_i(\mu)}$

---

1) Dabei werden (wie in jedem Falle) alle diejenigen Systeme von drei Functionen $\varphi_i(\mu)$ als identisch angesehen, die durch lineare Transformationen von μ aus einander hervorgehen.

ν^{ten} Grades substituirt werden, dass dadurch die Function (2) in rationale Factoren zerfällt (und zwar in eigentlicher Weise):

$$(3)\qquad \overset{5}{f_1}(\lambda)\,\overset{\nu}{\varphi_1}(\mu) + \overset{5}{f_2}(\lambda)\,\overset{\nu}{\varphi_2}(\mu) + \overset{5}{f_3}(\lambda)\,\overset{\nu}{\varphi_3}(\mu)$$
$$= \overset{p_1,\,\pi_1}{F_1(\lambda,\ \mu)} \,.\, \overset{p_1,\,\pi_2}{F_2(\lambda,\ \mu)} \ldots .$$

wo (4) $\Sigma p = 5,\ \Sigma\pi = \nu$ ist.

Zugleich sollen die (von den Coefficienten der f_i abhängenden) Irrationalen angegeben werden, deren Adjunction erforderlich und hinreichend ist, um die Coefficienten der F_i (wie der φ_i) rational bekannt zu machen.

Dabei nehmen wir zugleich noch ν nicht grösser als fünf an (abgesehen von einigen Fällen, die zur Abrundung dienen), da wir sonst über die Reductionen von Gleichungen fünften Grades thatsächlich hinausgehen würden.

Das erste ist, der Reihe nach für $\nu = 1, 2, 3, 4, 5$, alle Zahlsysteme $(p_1, \pi_1)\,(p_2, \pi_2)$ etc. aufzustellen, die den Bedingungen (4) genügen. Von den entsprechenden Schemata (3) werden sofort alle diejenigen gestrichen, die im Allgemeinen nicht eintreten, für welche also die Summe Σf_{rs} der Grade aller Resultanten der F_i, F_k die Anzahl der zur Verfügung stehenden Constanten der $\varphi_i(\mu)$, nemlich $3\nu - 1$ übersteigt.

So resultiren zuvörderst die Schemata der drei Schlusstabellen (denen eine nähere Erläuterung in § 10 unmittelbar vorangeht).

Jetzt tritt man den Beweis der Existenz der bezüglichen Zerlegungen (§ 5) an und erkennt, dass eigentliche Zerlegungen nur die in der ersten Tabelle dargestellten sind. Ist dies einmal festgestellt, so leitet man aus ihnen nicht allein die in der zweiten und dritten Tabelle verzeichneten, ausschliesslich uneigentlichen Zerlegungen, sondern auch noch in der mannigfaltigsten Weise weitere, durch Schemata der ersten Tabelle repräsentirte uneigentliche Zerlegungen mit Leichtigkeit ab.

Wir bedienen uns im Folgenden der geometrischen Redeweise, ohne welche, um nur auf Eines hinzuweisen, die endgültige Zusammenfassung der Resultate in § 10 kaum möglich ist.

Dann sind die $\overset{5}{f_i(\lambda)}$ die (homogenen) Punktcoordinaten einer ebenen R_5, desgleichen die $\overset{\nu}{\varphi_i(\mu)}$ die Liniencoordinaten einer ebenen P_ν.

Jede Tangente von P_ν schneidet die R_5 in fünf Punkten, deren Argumente von einer reducibeln Gleichung fünften Grades (3) = 0, abhängen sollen. Ebenso dualistisch.

Dann ist nach § 1 klar, dass sich die beiden Curven R_5, P_ν in Σf_{rs} Punkten berühren. Die Gleichung der Berührungspunkte ergibt sich sofort, wenn man das Produkt sämmtlicher, nach λ oder μ genommenen Resultanten je zweier F_i, F_k gleich Null setzt.

Die Curve P_ν berührt nach § 1 die R_5 so oft, als ihre Mannigfaltigkeit erlaubt; ist also M_ν die letztere,

$$(3\nu - 1 - M_\nu)\text{-mal.}$$

---

§ 4. Das Hülfsmittel der Abbildung einer R_5 auf eine Fläche dritter Ordnung F_3.

Der Existenzbeweis für die eigentlichen Zerlegungen der ersten Tabelle wird erleichtert, wenn wir die Mannigfaltigkeit von Werthsystemen $(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5)$ der Gleichung (mit variabeln Parametern u_i)

$$u_1 \overset{5}{f_1}(\lambda) + u_2 \overset{5}{f_2}(\lambda) + u_3 \overset{5}{f_3}(\lambda) = 0 \tag{1}$$

im Raume (von drei Dimensionen) ausbreiten, wie folgt.

Die nothwendige und hinreichende Bedingung dafür, dass jene fünf Werthe λ die Wurzeln einer Gleichung (1) sind, lässt sich[1]) nach Elimination der u in drei Gleichungen

---

1) cf. „Ap." § 2, 3.

niederlegen, deren linke Seiten in den λ ganz, linear und symmetrisch sind. Ordnet man dieselben nach den beiden Grössen $p = \lambda_4 + \lambda_5$, $q = \lambda_4 \lambda_5$, und elliminirt dieselben, so ergibt sich als Resultat eine Gleichung von der Form:

$$(2) \qquad \begin{vmatrix} A_1, A_2, A_3 \\ B_1, B_2, B_3 \\ C_1, C_2, C_3 \end{vmatrix} = 0$$

wo die A_i, B_i, C_i in den homogenen Grössen $\sigma_0, \sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ linear sind, wo:

$$(3) \frac{\sigma_1}{\sigma_0} = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3, \frac{\sigma_2}{\sigma_0} = \lambda_1 \lambda_2 + \lambda_1 \lambda_3 + \lambda_2 \lambda_3, \frac{\sigma_3}{\sigma_0} = \lambda_1 \lambda_2 \lambda_3.$$

Die σ_i interpretire man als homogene Coordinaten eines Raumpunktes P. Dann kommt auch den $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ eine einfache[1]) Bedeutung zu; sie erscheinen als die Argumente der drei Schmiegungsebenen, die vom Punkte P an die cubische Raumcurve N_3:

$$(4) \qquad u_0 : u_1 : u_2 : u_3 = \lambda^3 : -\lambda^2 : \lambda : -1$$

gehen (wo die u die Coordinaten einer variablen Schmiegungsebene der Curve sind).

Nun besitzt die R_5:

$$(5) \qquad x_1 : x_2 : x_3 = f_1(\lambda) : f_2(\lambda) : f_3(\lambda)$$

sechs Doppelpunkte (α_i, β_i) d. h. es gibt sechs Werthepaare (α_i, β_i), von denen jedes mit einem ganz willkürlichen Werth λ zusammen drei Werthe $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ vorstellt, die die Gleichung (2) befriedigen.

Wir haben daher das Resultat (wenn wir einen Raumpunkt P (3) genauer mit $P(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$ bezeichnen):

(A) „Die R_5 (5) kann derart in ein-eindeutiger Weise auf eine allgemeine[2]) Fläche dritter Ordnung F_3 (2) abgebildet

1) cf. „Ap." § 13. Coordinatencurve heisst die N_3, weil sie das ursprüngliche Coordinaten-Tetraeder völlig zu ersetzen im Stande ist.

2) Dass die Fläche eine allgemeine ist, folgt schon daraus, dass die sechs Geraden des Satzes (A) zu einander windschief sind. Die Umkehrung der ganzen Betrachtung, so dass man eine beliebige F_3

werden, dass jedem Tripel $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ von drei in gerader Linie liegenden Punkten der R_5 ein einziger Punkt $P(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$ der F_3 entspricht und umgekehrt: zudem ist die F_3 so auf die „Coordinatencurve“ N_3[1]) (4) bezogen, dass sechs Linien zweier Ebenen (α_i, β_i) von N_3 eine halbe Doppelsechs der Fläche bilden.“

Zu unserem Zwecke führen wir diese Abbildung soweit, dass wir die beiden Fragen beantworten: Was entspricht in der Ebene der R_5 dem Schnitte der F_3 mit einer beliebigen Ebene, sowie mit einer beliebigen Fläche zweiter Ordnung?

Die Gleichungen dieser Ebene und Fläche zweiter Ordnung seien:

(6) $$a_0 = o, \quad b_0^2 = o,$$

dann haben wir dieselben mit (2) oder besser mit den drei ursprünglichen Gleichungen, aus denen (2) entstand, zu combiniren.

Vermöge eines recurrirenden Verfahrens, welches die analoge Aufgabe successive für eine R_2, R_3, R_4 löst, aber hier nicht weiter ausgeführt werden soll, kommt:

(B) „Durchläuft der Raumpunkt $P(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$ den Schnitt der F_3 mit einer Ebene, so werden die Tripel $(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$ in der Ebene der R_5 von den Tangenten einer (im Allgemeinen elliptischen) Curve sechster Klasse K_6 ausgeschnitten, welche die R_5 fünfzehnmal berührt.“

„Durchläuft der Punkt $P(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$ den Schnitt der F_3 mit einer Fläche zweiter Ordnung, so werden die Tripel $(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$ auf der R_5 von den Tangenten einer Curve zwölfter Klasse K_{12} (im Allgemeinen vom Geschlecht vier) ausgeschnitten, welche die R_5 dreissigmal berührt.“

---

nimmt, und auf ihr irgend eine halbe Doppelsechs herausgreift, die dann die Rolle des Textes spielt, vollzieht sich am besten mit Hülfe des Satzes (C) in § 9.

1) Siehe die Anm. auf voriger Seite.

Beiläufig bemerkt, findet sich auch in diesen Fällen das Maximumsgesetz wieder, das oben für die rationalen Classencurven P_ν abgeleitet war. Denn die Constantenanzahl einer K_6 von Geschlecht Eins ist $(3 . 6 - 1) + 1 = 18$, die Mannigfaltigkeit der K_6 des Satzes (B) ist 3, und in der That ist die Anzahl der Berührungen $18 - 3 = 15$.

In derselben Weise berührt eine K_{12} des Satzes (B) die R_5 an $(3 . 12 - 1) + 4 - 9 = 30$ Stellen. Und so fort.

Wir bezeichnen, wie üblich, die Geraden der halben Doppelsechs auf der F_3, die den Doppelpunkten der R_5 correspondiren, mit a_i $(i = 1, 2, .. 6)$, die der zugehörigen, andern halben Doppelsechs mit b_i, und die fünfzehn weiteren Geraden der Fläche mit c_{ik}. $(i \neq k, = 1, 2, .. 6)$.

Ferner die Kegelschnitte, die mit a_i resp. b_i, resp. c_{ik} in einer Ebene und zugleich auf der F_3 liegen, mit $\varphi_2(a_i)$, $\varphi_2(b_i)$, $\varphi_2(c_{ik}.)$

Die cubischen Raumcurven φ_3 auf der F_3 haben bekanntlich immer gewisse sechs der 27 Geraden der Fläche zu Sehnen. Diese werden in der Klammer beigesetzt. Es gibt fünf verschiedene Arten solcher φ_3:

$$\begin{Bmatrix} \text{I} & \varphi_3(a_i) \\ \text{II} & \varphi_3(b_i) \end{Bmatrix} \quad \begin{vmatrix} \text{III}\ \varphi_3\begin{pmatrix} a_i, & a_k, & a_l \\ c_{mn}, & c_{mp}, & c_{np} \end{pmatrix} \\ \text{IV}\ \varphi_3\begin{pmatrix} b_m, & b_n, & b_p \\ c_{lk}, & c_{il}, & c_{kl} \end{pmatrix} \end{vmatrix} \quad \begin{vmatrix} \text{V}_a\ \varphi_3\begin{pmatrix} a_i, & & & b_i \\ c_{kl}, & c_{km}, & c_{kn}, & c_{kp} \end{pmatrix} \\ \text{V}_b\ \varphi_3\begin{pmatrix} a_k, & & & b_k \\ c_{il}, & c_{im}, & c_{in}, & c_{ip} \end{pmatrix} \end{vmatrix}$$

Je eine φ_3 von I und II, von III und IV, endlich von V_a und V_b liegen auf einer Fläche zweiter Ordnung.

Diesen reiht sich noch eine sechste Art an, die ebenen, rationalen φ_3, welche auf der F_3 von deren Tangentialebenen ausgeschnitten werden.

Der Gleichmässigkeit wegen werde das Zeichen φ auch für die 27 Geraden der F_3 angewandt: dies seien also die $\varphi_1(a_i)$, $\varphi_1(b_i)$, $\varphi_1(c_{ik})$.

---

§ 5. Die Discussion der einzelnen Fälle (vgl. die Tabellen).

Wir ordnen die verschiedenen Möglichkeiten in fünf Gruppen ein.

Erste Gruppe. Die Variable μ kommt in einem der Factoren F gar nicht vor.

Schema. $\overset{5\ \nu}{g}(\lambda, \mu) = \overset{p_1\ 0}{F_1}(\lambda, \mu)\, F_2 \,..$

Dies ist nur so möglich, dass die Curve P_ν mit einem (einfach oder mehrfach zu zählenden) Punkte der R_5 zusammenfällt. Zählt der Punkt nur einfach, so tritt der Fall I oder II ein, je nachdem er ein gewöhnlicher oder ein Doppelpunkt der R_5 ist. Daraus entspringen die acht ersten uneigentlichen Fälle zweiter Art.

Zweite Gruppe. Die beiden Variabeln λ, μ kommen in einem der Factoren F je vom ersten Grade vor, während nur noch ein weiterer Factor F existirt.

Schema. $\overset{5\ \nu}{g}(\lambda, \mu) = \overset{1,\,1}{F_1}(\lambda, \mu)\, \overset{4,\,\nu-1}{F_2}(\lambda, \mu).$

Dies sind die Fälle III, V, VIII, XI, deren Existenz durch die directe Behandlung von Herrn Brill gesichert ist.

Fall III repräsentirt den „ausgezeichneten" Kegelschnitt, welchen Herr Rohn[1]) einer linearen Construction der R_5 zu Grunde gelegt hat.

Man bemerkt, dass die Zerlegung

$$\overset{5\ \nu}{g}(\lambda, \mu) = \overset{4,\,1}{F_1}(\lambda, \mu)\, \overset{1,\,\nu-1}{F_2}(\lambda, \mu)$$

im Allgemeinen nur möglich ist, wenn $(3\nu - 1) - (4\nu - 4 + 1)$ d. i. $2 - \nu$ grösser oder gleich Null ist, wenn also $\nu = 1$ oder 2 genommen wird. Dies sind gerade die Fälle I, III. Deutet

1) Mathematische Annalen, Band 25. Beiläufig sei bemerkt, dass die von Herrn Rohn angegebene Construction der R_5 eine einfache Erklärung findet, sobald man sie vermöge der Clebsch'schen Abbildung auf die Fläche dritter Ordnung überträgt (wobei die sechs Doppelpunkte der R_5 als Fundamentalpunkte fungiren).

man[1]) das Verschwinden des ersten Factors F_1 als „Ebeneninvolution vierter Ordnung“ auf der cubischen Raumcurve N_3 des § 4, so entspricht dem Fall I auf der F_3 eine einfache Mannigfaltigkeit von φ_3 (a_i), dem Fall III eine einzige φ_3 (b_i), beidemal von der Art, dass es unendlich viele Sehnen einer solchen φ_3 gibt, die zugleich Linien zweier Ebenen von N_3 sind.

Ausser jenen φ_3 gibt es auf der F_3 keine einzige cubische Raumcurve, die zu N_3 in der angegebenen Beziehung steht. (Vgl. auch § 9 Satz (C).

Eine weitere Controlle für die Fälle der zweiten Gruppe, nebst zahlreichen Aufschlüssen über ihren Zusammenhang bietet sich, wenn man, ganz analog der Abbildung des § 4, irgend vier, in einer Geraden liegende Punkte λ_1, λ_2, λ_3, λ_4 der R_5 als Bestimmungsstücke eines Punktes im vierdimensionalen (ebenen) Raume ansieht. Diese Punkte erfüllen dann eine (zweifach ausgedehnte) Mannigfaltigkeit $F_3^{(4)}$ dritter Ordnung. Bei dieser Abbildung entsprechen den Fällen I, III, V, VIII, XI, wenn man noch den weiteren:

$$\overset{5\ \nu}{g}(\lambda, \mu) = \overset{1,\,2}{F_1}(\lambda, \mu)\, \overset{4,\,4}{F_2}(\lambda, \mu)$$

hinzunimmt, sämmtliche Arten von Curven erster bis vierter Ordnung, die ganz auf der $F_3^{(4)}$ liegen. Im besondern ergibt sich dabei noch, dass die Zerlegungen von $g(\lambda, \mu)$ in:

$$\overset{4,\,2}{F_1}(\lambda, \mu)\, \overset{1,\,2}{F_2}(\lambda, \mu);\ \ \overset{4,\,2}{F_1}(\lambda, \mu)\, \overset{1,\,3}{F_2}(\lambda, \mu);\ \ \overset{4,\,3}{F_1}(\lambda, \mu)\, \overset{1,\,2}{F_2}(\lambda, \mu)$$

nur uneigentliche sein können.

Auch die weitere Ausführung der Abbildung der R_5 auf diese $F_3^{(4)}$ geschieht ganz nach dem Muster des § 4. Diese Andeutungen mögen für hier genügen.

---

1) cf. z. B. „Ap.„ § 25. Der Interpretation des Textes steht das algebraische Factum zur Seite, dass der Fall I vermöge einer rationalen Transformation vierten Grades von μ unter das Schema von IX, uud ebenso der Fall III unter das von (d) gebracht werden kann. Dann fungiren sie als uneigentliche Zerlegungen.

Dritte Gruppe. λ kommt in einem der Factoren F vom ersten Grade vor, μ aber von höherem.

Schema. $\overset{5,\ \nu}{g}(\lambda, \mu) = \overset{1,\ \pi_1}{F_1}(\lambda, \mu) \,.\, \overset{4,\ \nu-\pi_1}{F_2}(\lambda\ \ \mu).$

Die Abzählung nach der Vorschrift des § 1 lässt zunächst folgende Zerlegungen übrig:

$\overset{1,\ 2}{F_1}(\lambda, \mu) \cdot \overset{4,\ 2}{F_2}(\lambda, \mu);\ \overset{1,\ 2}{F_1}(\lambda, \mu)\, \overset{4,\ 3}{F_2}(\lambda, \mu);\ \overset{1,\ 3}{F_1}(\lambda, \mu)\, \overset{4,\ 2}{F_2}(\lambda, \mu).$

Dass diese uneigentliche sind, ist schon oben bemerkt, diess lässt sich aber auch ohne jene Abbildung nachweisen.

Denn die erste Zerlegung führt, wie auch die Coefficienten von F_1 beschaffen sind, von der P_4 aus höchstens zu einer R_3, ebenso die zweite von einer P_5 höchstens zu einer R_4.

Endlich repräsentirt bei der dritten Zerlegung die Gleichung $F_2 = o$ auf der F_3 eine Curve sechster Ordnung, die zugleich auf einer Fläche zweiter Ordnung liegt. Dieser Curve entspräche demnach in der Ebene nach § 4 eine K_{12}. Aber eine P_5 kann, auch mehrfach zählend, nicht als K_{12} aufgefasst werden.

Vierte Gruppe. λ kommt in einem der Factoren F vom dritten Grade vor.

Schema. $\overset{5,\ \nu}{g}(\lambda, \mu) = \overset{3,\ \pi_1}{F_1}(\lambda, \mu)\, \overset{2,\ \nu-\pi_1}{F_2}(\lambda,\ \ \mu).$

Der Fall $\overset{3,\ 4}{F_1}(\lambda, \mu)\, \overset{2,\ 1}{F_2}(\lambda, \mu)$ ist ein uneigentlicher, denn die Gleichung $F_2 = o$ kann höchstens zu einer P_4 führen.

Alle anderen Fälle finden ihre unmittelbare Illustration auf der F_3. Den Fällen II, IV, VII correspondiren auf der F_3 die Geraden, den Fällen VI, X, XIII die Kegelschnitte, endlich den Fällen IX, (d); XII, (c); (a) die eigentlichen cubischen Raumcurven, und dem Fall (b) die ebenen, rationalen Curven dritter Ordnung. Zur Controlle dient einmal der Satz (B) der pag. 430, nach dem je zwei cubische Raumcurven der F_3, die zusammen von einer Fläche zweiter Ord-

nung ausgeschnitten werden, als Bilder in der Ebene der R_5 eine P_ν und eine $P_{\nu'}$ besitzen, wo $\nu + \nu' = 12$.

Andererseits das Studium des Factors $\overset{2,\ \nu-\pi_1}{F_2(\lambda,\ \mu)}$. Man nimmt $\nu - \pi_1$ succ. gleich 1, 2, 3, 4, jedesmal vorläufig beliebige Coefficienten in F_2, und fordert, dass die Klasse der P_ν, deren Tangenten der Bedingung $F_2 = 0$ genügen, sich auf eine Zahl erniedrigt,[1]) die kleiner oder gleich fünf ist.

Als Beispiel diene die Zerlegung XII:

$$(1) \qquad \overset{5,\ 5}{g(\lambda, \mu)} = \overset{3,\ 3}{F_1(\lambda, \mu)} \,.\, \overset{2,\ 2}{F_2(\lambda, \mu)}.$$

Man geht von der Forderung aus, je zwei Punkte λ_4, λ_5 der R_5 durch eine Gerade zu verbinden, deren Argumente Wurzeln einer Gleichung sind:

$$(2) \qquad \overset{2,\ 2}{F_2(\lambda, \mu)} = \mu^2 \overset{2}{h_2(\lambda)} + \mu \overset{2}{h_1(\lambda)} + \overset{2}{h_0(\lambda)} = 0,$$

wo die $h(\lambda)$ vor der Hand beliebige, ganze Functionen von λ zweiten Grades sind. Wie die Combination der Gleichung (2) mit der Gleichung der R_5 zeigt, ist der geometrische Ort der gemeinten Geraden eine P_8.

Soll sich diese, wie es (1) verlangt, auf eine P_5 reduciren, so ist das nur so möglich, dass drei der sechs Doppelpunktsargumentenpaare (α_i, β_i) Wurzelpaare λ_4, λ_5 von (2) sind.

Mithin sind die Bilder der Zerlegungen (1) die

$$\varphi_3 \begin{pmatrix} a_i, & a_k, & a_l \\ c_{mn}, & c_{mp}, & c_{np} \end{pmatrix} \text{ auf der } F_3.$$

Man bemerkt noch, dass die 15 P_2 des Falles IV mit der einen P_2 des Falles III zusammen gerade die 16, die R_5 fünfmal berührenden Kegelschnitte sind, die es bekannter-

1) Dabei leistet der Satz des Herrn Pasch (Mathematische Annalen, Band 18 „Ueber rationale Curven") gute Dienste, dass das Gleichungssystem $x_1 : x_2 : x_3 = \overset{n}{f_1(\lambda)} : \overset{n}{f_2(\lambda)} : \overset{n}{f_3(\lambda)}$, wo die f ohne gemeinsamen Factor vorausgesetzt werden, entweder eine eigentliche R_n darstellt, oder eine mehrfach zählende rationale Curve von niedrigerer Ordnung.

massen gibt. Der Factor $F_2^{2,1}(\lambda, \mu)$ in IV aber führt unmittelbar zu der von Herrn Rohn (l. c.) angegebenen Erzeugung der 15 P_2, die darin besteht, dass man durch irgend vier Doppelpunkte der R_5 die Kegelschnitte eines Büschels legt, und die beiden Restschnittpunkte eines jeden von ihnen durch eine Gerade verbindet.

Da es nicht mehr als 27 Gerade auf der F_3 gibt, müssen der erste und vierte Fall der zweiten Tabelle uneigentliche sein.

Es erübrigt noch die letzte, die

Fünfte Gruppe. Sie besteht aus dem einzigen Falle, der drei Factoren F zulässt.

Schema (XIV). $g^{5,5}(\lambda,\mu) = F_1^{1,1}(\lambda,\mu) \,.\, F_2^{1,1}(\lambda,\mu) \,.\, F_3^{3,3}(\lambda,\mu)$.

Man verfährt anfangs, wie eben bei der Behandlung von XII.

Ausser den drei dort angeführten Bedingungen, sind noch die zwei weiteren zu erfüllen, dass die linke Seite von (2) in zwei Factoren zerfällt, die je vom ersten Grade in λ und μ sind. Geometrisch heisst das „durch drei Punkte in einer Ebene einen Kegelschnitt so zu legen, dass er einen festen Kegelschnitt der Ebene zweimal berührt", was bekanntlich auf vier Arten geht.

Demnach ist die Zerlegung XIV viermal so oft möglich, als man aus den sechs Werthepaaren (α_i, β_i) drei herausgreifen kann, d. h. $4 \times 20 = 80$ mal,[1])

---

1) Genau ebenso ist der Typus XIV für beliebiges n zu behandeln. Speciell ergibt sich, dass die Zerlegung $f_1^{n}(\lambda)\,\varphi_1^{\nu}(\mu) + f_2^{n}(\lambda)\,\varphi_2^{\nu}(\mu) + f_3^{n}(\lambda)\,\varphi_3^{\nu}(\mu) = F_1^{1,1}(\lambda,\mu)\, F_2^{1,1}(\lambda,\mu),\, F_3^{n-2,\nu-2}(\lambda,\mu)$, wo $\nu = 2n - 5$ ist, wenn $\frac{(n-1)(n-2)}{2} = d$ gesetzt wird, auf $4 \,.\, \frac{d.(d-1)(d-2)}{1.\;\;2.\;\;3.}$ Weisen möglich ist.

Die Uebertragung auf die F_3 geht einfach so vor sich Jeder Punkt einer, dem Fall XII entsprechenden Curve $\varphi_3\begin{pmatrix} a_i, & a_k, & a_l \\ c_{mn}, & c_{mp}, & c_{np} \end{pmatrix}$ ist, wie aus der Abbildung des § 4 unmittelbar hervorgeht, der eine Eckpunkt eines vollständigen, der F_3 ein- und der N_3 umbeschriebenen Fünfflachs. Dann liefert der Fall XIV gerade diejenigen dieser φ_3, bei welchen die vierte und fünfte Ebene des Fünfflachs rational trennbar sind, d. h. bei welchen die vierte wie die fünfte Ebene je für sich eine, auf die Schmiegungsebenen der N_3 projectivisch beziehbare Mannigfaltigkeit durchlaufen.

---

§ 7. Ueber die erforderlichen Adjunctionen.

Abgesehen von dem Falle XIV, zeigt die Tabelle ohne Weiteres, welche Irrationalen für jede der Zerlegungen zu adjungiren sind, damit die Coefficienten der $F(\lambda, \mu)$, wie der $\varphi(\mu)$ rational bekannt werden. Diese Irrationalen sind immer einige der Grössen $\alpha_i + \beta_i$, $\alpha_i \beta_i$ (wenn die α_i, β_i Doppelpunktsargumentenpaare sind). Diese lassen sich aber, wie bekannt (cf. § 8) ersetzen durch die entsprechenden Wurzeln der irreducibeln, rational bekannten Hülfsgleichung sechsten Grades, von welcher die Bestimmung der α_i, β_i allein abhängt.

Reine Reducibilität, bei der also die Zerlegung von vornherein rational in den Coefficienten ausfällt, zeigt sich in den Fällen

I, III, V, VIII, IX, XI, (b), (d).

Zur Illustration wählen wir gerade den noch übrig bleibenden Fall XIV. Zuvörderst hat man irgend drei Wurzeln der Hülfsgleichung sechsten Grades zu adjungiren. Dadurch werden die Coefficienten der R_4:

$$(1) \quad x_1 : x_2 : x_3 = (\lambda - \alpha_k)\, \lambda - \beta_k) \,.\, (\lambda - \alpha_l)\,(\lambda - \beta_l)$$
$$: (\lambda - \alpha_l)\,(\lambda - \beta_l) \,.\, (\lambda - \alpha_i)\,(\lambda - \beta_i)$$
$$: (\lambda - \alpha_i)\,(\lambda - \beta_i) \,.\, (\lambda - \alpha_k)\,(\lambda - \beta_k)$$
$$(i, k, l = 1, 2, \ldots 6)$$

rational bekannt. Will man jetzt die Zerlegung XIV in irgend einem der 80 Fälle rational ausführen, so erübrigt noch allein die Adjunction irgend einer Wurzel der irreducibeln Hilfsgleichung vierten Grades, von welcher die Bestimmung der Argumente von den vier Doppeltangenten der vorliegenden R_4 (1) abhängt.

Es ist dies nur die algebraische Uebersetzung der in § 5 bei der Discussion des Falles XIV angegebenen geometrischen Construction.

Anwendungen.

Diese beschränken sich auf den Fall, wo die Function $\overset{n}{g}(\lambda, \overset{\nu}{\mu})$ in zwei Factoren zerfällt, von denen der eine sowohl in λ, als in μ linear ist, also vermöge einer linearen Transformation von λ oder μ die Gestalt $\lambda - \mu$ annehmen kann.

§ 7.

I. Die Singularitäten der R_n in Beziehung zu denen der P_ν.

Findet die Zerlegung statt:

$$(1) \qquad f_1 \overset{n}{(\lambda)}\, \varphi_1 \overset{\nu}{(\mu)} + f_2 \overset{n}{(\lambda)}\, \varphi_2 \overset{\nu}{(\mu)} + f_3 \overset{n}{(\lambda)}\, \varphi_3 \overset{\nu}{(\mu)}$$
$$= (\lambda - \mu)\, F_2 \overset{n-1,\, \nu-1}{(\lambda, \quad \mu)},$$

so gilt für die Argumente (α, β) eines Doppelpunktes der R_n $\{\varrho x_i = f_i(\lambda)\}$, sowie einer Doppeltangente der $P_\nu \{\sigma u_i = \varphi_i(\mu)\}$:

$$(2) \qquad F_2(\alpha, \beta) = 0, \;\; F_2(\beta, \alpha) = 0.$$

Die Elimination von β führt zu der Gleichung:

$$(3)\qquad R(\alpha) \equiv F_2^{n-1,\nu-1}(\alpha,\ \alpha)\ .\ S_n^{(n-1)(n-2)}(\alpha)\ .\ S_\nu^{(\nu-1)(\nu-2)}(\alpha) = o.$$

Denn der Factor $F_2(\alpha, \alpha)$ tritt nur im ersten Grade auf, da α beiderseitig bis zur Potenz $(n-1)^2 + (\nu-1)^2$ steigt. Man hat also für die Argumentenpaare der Doppelpunkte von R_n und der Doppeltangenten von P_ν zusammen:

$$(4)\qquad S_n(\alpha)\, \Sigma_\nu(\alpha) = \frac{R(\alpha)}{F_2(\alpha, \alpha)} = o.$$

Man kann auch die Funktion $S_n(\alpha)$ für sich in Function von Ausdrücken, wie $\frac{R(\alpha)}{F_2(\alpha.\ \alpha)}$, ausdrücken. Stellt man nemlich die Formel (4) in derselben Weise für die P_ν und eine für sie existirende $R_{n'}$ auf, und fährt so fort, so kann man den Process nach einer endlichen Anzahl von Wiederholungen schliessen, da die Grade ν, n', ν' etc. so gewählt werden können, dass sie fortwährend abnehmen. Gelangt man so zu einem letzten Grade gleich Zwei oder Eins, so wird die bezügliche Function S oder Σ eine Constante, und es ergibt sich für $S_n(\alpha)$ eine Formel von der Art:[1])

$$(5)\qquad S_n(\alpha) = \frac{\frac{R(\alpha)}{F(\alpha,\alpha)} \cdot \frac{R''(\alpha)}{F''(\alpha,\alpha)} \cdots}{\frac{R'(\alpha)}{F''(\alpha,\alpha)} \cdot \frac{R'''(\alpha)}{F'''(\alpha,\alpha)} \cdots} = o.$$

Man wird diese Formel freilich nicht zu einer wirklichen Berechnung von $S_n(\alpha)$ benützen, denn für diesen Zweck führt die bekannte Methode von Clebsch (Crelle's Journal Bd. 63) schneller zum Ziele.

Ist die linke Seite von (1) eine viergliedrige:

$$(6)\ f_1^n(\lambda)\varphi_1^\nu(\mu) + f_2^n(\lambda)\varphi_2^\nu(\mu) + f_3^n(\lambda)\varphi_3^\nu(\mu) + f_4^n(\lambda)\varphi_4^\nu(\mu),$$

1) Von ganz analoger Natur ist z. B. die Gleichung für die primitiven n^{ten} Einheitswurzeln (cf. Bachmann, die Lehre von der Kreistheilung, Vorlesung III).

so kann man aus dem obigen Verfahren eine andere Consequenz ziehen. Die Elimination von β aus (2) liefert jetzt:

$$(7)\quad R(\alpha) \equiv F_2^{n-1,\nu-1}(\alpha, \alpha) \;.\; S_{n,\nu}^{(n-1)(n-2)+(\nu-1)(\nu-2)}(\alpha) = o,$$

wo $F_2(\alpha, \alpha) = o$ die gemeinsamen Berührungspunkte der (räumlichen) R_n und P_ν, $S_{n,\nu}(\alpha) = o$ aber diejenigen Sehnen von R_n darstellt, die zugleich Axen d. i. Linien zweier Ebenen von P_ν sind.

Auch hier kann $F_2(\alpha, \alpha)$ nur in der ersten Potenz auftreten, wie man z. B. dadurch beweist, dass man die linke Seite von (1) continuirlich in (6) übergehen lässt.

Aus der Formel (7) folgt mit Hilfe des Princips der speciellen Lage, die bekannte Formel:

$$(8)\quad \frac{(n-1)(n-2)}{2} + \frac{(\nu-1)(\nu-2)}{2} + n + \nu - 2 = \frac{n(n-1)}{2} + \frac{\nu(\nu-1)}{2}$$

für die Anzahl der Sehnen einer R_n (im Raume), die zugleich Axen einer ganz beliebigen P_ν sind.

Für $\nu = 2$ ist offenbar der Ausdruck $(\lambda - \mu) F_2^{n-1,1}(\lambda, \mu)$ immer von der Form (1), w i e a u c h die Coefficienten in $F_2(\lambda, \mu)$ gewählt sind.

Zugleich lässt sich dann $\Sigma_2(\alpha)$ gleich Eins setzen.

Diese Bemerkung lässt folgende Anwendung zu. Die Aufgabe, in einer Gleichung n^{ten} Grades vermöge einer linearen Transformation der Unbekannten die Coefficienten von der ersten und $(n-1)^{ten}$ Potenz von λ zum Verschwinden zu bringen, führt auf zwei Gleichungen von der Art (2); denn ist die gemeinte lineare Transformation von λ:

$$(9)\qquad c\lambda' = \frac{\lambda - \alpha}{\lambda - \beta} \text{ oder } \lambda = \frac{\lambda' c\beta - \alpha}{\lambda' c - 1},$$

so entspringen unserer Forderung, wie vermöge des Taylor'-schen Satzes sofort erkennbar, zwei Gleichungen für α und β:

$$(10) \qquad \overset{n-1,1}{F_2}(\alpha\ \beta) = 0,\ \overset{n-1,1}{F_2}(\beta,\ \alpha) = 0.$$

Setzen wir jetzt:

$$(11) \qquad (\lambda - \mu) F_2(\lambda, \mu) = \overset{n}{f_1}(\lambda) \overset{2}{\varphi_1}(\mu) + \overset{n}{f_2}(\lambda) \overset{2}{\varphi_2}(\mu) + \overset{n}{f_3}(\lambda) \overset{2}{\varphi_3}(\mu),$$

so resultirt:

„Sollen der zweite und vorletzte Coefficient einer Gleichung n^{ten} Grades mittelst einer linearen Transformation (9) der Unbekannten zum Verschwinden gebracht werden, so sind die $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$ Paare (α, β) die Argumentenpaare der Doppelpunkte einer R_n, für die eine P_2 existirt.“

Wegen des neuerdings viel studirten Falles $n = 6$ vgl. § 9, Schluss.

Ein ähnlicher Satz ergibt sich für das gleichzeitige Verschwinden des dritten und drittletzten Gliedes etc.

---

§ 8.

II. Die Abel'sche Gleichung für die Argumente eines Doppelpunktes einer R_n.

Ist (α_i, β_i) ein beliebiger Doppelpunkt einer R_n, so sind α_i, β_i die Wurzeln einer quadratischen Gleichung, die bekanntlich (ebenso wie die Gleichung für sämmtliche α_i, β_i) in dem Sinne eine Abel'sche ist, dass die eine Wurzel eine rationale Function der andern ist und umgekehrt:

(1) $$\alpha_i = \frac{\psi(\beta_i)}{\chi(\beta_i)}, \quad \beta_i = \frac{\psi(\alpha_i)}{\chi(\alpha_i)}$$

wo zugleich die Coefficienten der ganzen Funktionen ψ, χ (die für alle Doppelpunkte der R_n dieselben sind) rational von denen der R_n, d. h. der φ_i abhängen.

Es lässt sich erwarten, dass diese rationale Abhängigkeit (1) in enger Beziehung zu den projectivischen Eigenschaften der R_n, insonderheit zu ihrer Erzeugung steht.

Dies soll für diejenige Classe von R_n, für die eine P_2 existirt, (welche dann die R_n n-mal berührt) des Näheren nachgewiesen werden.

Die Gleichungen der R_n und P_2 seien wieder:

(2) $$x_1 : x_2 : x_3 = \overset{n}{f_1}(\lambda) : \overset{n}{f_2}(\lambda) : \overset{n}{f_3}(\lambda)$$

(3) $$u_1 : u_2 : u_3 = \overset{2}{\varphi_1}(\mu) : \overset{2}{\varphi_2}(\mu) : \overset{2}{\varphi_3}(\mu)$$

so findet nach Voraussetzung (indem man sich die zur Herstellung der Form $\overset{1\;1}{F_1}(\lambda, \mu) = \lambda - \mu$ erforderliche lineare Transformation von μ bereits ausgeführt denkt) die Zerlegung statt:

(4) $$f_1(\lambda)\varphi_1\,\mu) + f_2(\lambda)\varphi_2(\mu) + f_3(\lambda)\varphi_3(\mu)$$
$$= (\lambda - \mu)\overset{n-1,\,1}{F_2}(\lambda, \mu).$$

Das Nullsetzen von F_2 ergebe:

(5) $$\mu = \frac{\overset{n-1}{\psi}(\lambda)}{\overset{n-1}{\chi}(\lambda)}$$

so ist nach dem vorigen Paragraph die rationale Function $\frac{\psi}{\chi}$ in diesem Falle die in (1) aufgestellte.

Um die genauere Bedeutung dieser Function für die R_n zu ermitteln, stelle man die letztere in allgemeinster Weise so auf, dass für sie eine P_2 existirt.

Zu diesem Zwecke ertheilen wir für den Augenblick, was erlaubt ist, der P_2 die canonische Form:

$$\left\{ (6) \quad \begin{array}{l} x_1 : x_2 : x_3 = 1 : 2\mu : \mu^2; \;\; 4 x_1 x_3 - x_2^2 = 0. \\ u_1 : u_2 : u_3 = \mu^2 - \mu : 1 ; \; u_1 u_3 - u_2^2 = 0. \end{array} \right.$$

Dann ist die R_n dadurch characterisirt, dass der Ausdruck (4) für $\lambda = \mu$ identisch verschwindet, mithin wird unter Zugrundelegung der Gleichung (6) an Stelle von (3):

$$(7) \qquad f_1(\lambda)\lambda^2 - f_2(\lambda)\lambda + f_3(\lambda) \equiv 0, \text{ oder}$$

$$(7') \qquad f_2(\lambda) = f_1(\lambda)\lambda + \frac{f_3(\lambda)}{\lambda}.$$

Da die Gleichung (7) für alle Werthe von λ gilt, speciell also für $\lambda = 0$ und $\lambda = \infty$, so dürfen wir setzen:

$$(8) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \varrho f_1 \overset{n}{(\lambda)} = \chi \overset{n-1}{(\lambda)} \\ \varrho f_3 \overset{n}{(\lambda)} = \lambda \psi \overset{n-1}{(\lambda)} \end{array} \right.$$

wo ψ, χ willkürliche, ganze Functionen vom Grade $(n-1)$, und ϱ ein beliebiger Factor ist. Dann kommt für $f_2(\lambda)$ vermöge (7'):

$$(9) \qquad \varrho f_2(\lambda) = \lambda \chi(\lambda) + \psi(\lambda)$$

womit die Gleichung der R_n (2) in die Gestalt übergeht:

$$(10) \qquad \frac{x_2}{x_1} = \lambda + \frac{\psi(\lambda)}{\chi(\lambda)}, \; \frac{x_3}{x_1} = \lambda \, . \, \frac{\psi(\lambda)}{\chi(\lambda)}.$$

Dann sind aber λ und $\frac{\psi(\lambda)}{\chi(\lambda)}$ die Argumente der beiden Tangenten, die vom Punkte (x) (10) an die P_2 (6) gehen, und wir haben den Satz:[1])

„Die allgemeinste R_n (2), für die eine P_2 (3) existirt ist characterisirt als Ort der Schnittpunkte je zweier solcher Tangenten λ, μ von P_2, die durch die rationale Beziehung (5) verknüpft sind. Dabei ist die rationale Function $\frac{\psi}{\lambda}$ die allgemeinste der Ordnung $n - 1$.

1) Auf kürzerem Wege wäre man zu diesem Satze durch einfache Ausmultiplication der rechten Seite von (4) gelangt.

Dann ist für jeden Doppelpunkt (α, β) der R_n:

$$\alpha = \frac{\psi(\beta)}{\chi(\beta)};\ \beta = \frac{\psi(\alpha)}{\chi(\alpha)}$$

und die n Punkte, in denen sich die R_n und P_2 berühren, hängen von der Gleichung ab:

$$F_2(\lambda, \lambda) = \lambda\,\chi(\lambda) - \psi(\lambda) = 0$$

---

§ 9.

III. Ueber den Zusammenhang zwischen Lage und Argumenten der Doppelpunkte einer R_n.

Als letzte Anwendung wählen wir Sätze aus einem bis jetzt, wie es scheint, noch wenig beachteten Capitel der Geometrie der ebenen R_n. Es beschäftigt sich mit Lageneigenschaften ihrer Doppelpunkte, auf Grund der Beziehungen zwischen ihren Argumentenpaaren.[1])

Zur Illustration diene der soeben algebraisch studirte Fall derjenigen R_n, für die eine P_2 existirt.

Gibt man der Gleichung der P_2 vor der Hand wieder die canonische Gestalt (6), so folgt aus der, in (10) ausgedrückten Beziehung beider Curven der Satz, der den Erörterungen dieses Abschnitts zur Basis dient:

(A) „Legt man in der Ebene einer, eine P_2 zulassenden[2]) R_n dasjenige Coordinatensystem zu Grunde, bei welchem die Gleichung der P_2 die Form (6) annimmt, und sind in diesem System y_1, y_2, y_3 die Coordinaten irgend eines Doppelpunktes (α, β) der R_n, so sind α, β die Wurzeln der Gleichung:

(1) $$y_1\lambda^2 - y_2\lambda + y_3 = 0$$

---

1) Vgl. „Ap.“ § 27.

2) Dies sei ein anderer Ausdruck dafür, dass für die R_n eine P_2 existirt.

und α, β sind zugleich die Argumente der beiden Tangenten, die vom Doppelpunkte an die P_2 gehen."

Man denke sich jetzt z. B. den Strahlbüschel, der im Doppelpunkte (α, β) sein Centrum hat. Jeder Strahl des Büschels schneidet aus der R_n noch (n — 2) Punkte mit den Argumenten $\lambda_1, \lambda_2, \ldots \lambda_{n-2}$ aus. Sämmtliche Punktgruppen dieser Art hängen von einer Gleichung ab:

$$(2) \qquad \overset{n-2}{f}(\lambda) + k \overset{n-2}{g}(\lambda) = 0$$

wo k mit dem Strahle des Büschels variirt. Nennt man z. B. (λ_1, λ_2) ein Elementenpaar der Gleichung (2), so sind jedenfalls sämmtliche Argumentenpaare (α_i, β_i) der Doppelpunkte (excl. α, β) solche Elementenpaare von (2).

Die geometrische Repräsentation einer solchen Gleichung (2) („Involution $(n-2)^{ter}$ Ordnung"), die zu Stande kommt, wenn man jede Wurzel λ_i von (2) als Parameter einer bestimmten Tangente eines Klassenkegelschnitts P_2 (und demnach jedes Paar (λ_i, λ_k) von Elementen von (2) als Bestimmungsstücke eines Punktes in der Ebene der P_2) auffasst, darf als bekannt[1]) angesehen werden. Sie liefert in Verbindung mit dem Satze (A) das Resultat:

(B) „Existirt für eine ebene R_n eine P_2, so lege man nach dem Vorgange von Clebsch durch alle Doppelpunkte der R_n, irgend einen ausgenommen, die dadurch bestimmte Curve C der $(n-3)^{ten}$ Ordnung. Jede dieser $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$ Curven C erscheint dann als Ort der Eckpunkte von unendlich vielen, der P_2 umbeschriebenen, vollständigen (n —2)-Seiten."

Der einfachste Fall, $n = 5$, d. i. der einer allgemeinen R_5, soll noch etwas verfolgt werden. Er ist besonders da-

1) Man sehe etwa „Ap." § 36.

durch bemerkenswerth, dass bei ihm[1]) jedenfalls die Umkehrung von (B) gilt, d. h. algebraisch gesprochen:

„Unterwirft man sechs Werthepaare (α_i, β_i) den (drei) Bedingungen, dass immer je fünf von ihnen Elementenpaare (je) einer Involution dritter Ordnung sind, so sind die sechs Paare (α_i, β_i) die Argumentenpaare der Doppelpunkte einer allgemeinen (projectivisch eindeutig bestimmten) R_5."

Dies folgt aus der Construction einer R_5 aus einer R_4 vermöge einer ein-eindeutigen, quadratischen Transformation.

Sätze von der Art, wie dieser letzte, können zu einer fruchtbaren Quelle geometrischer Wahrheiten werden, wenn man sich mit Hilfe geeigneter Interpretationen über das specielle Gebiet der R_n erhebt.

Sieht man z. B., wie dies in § 4 ausgeführt wurde, die Argumente $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ irgend dreier, in einer Geraden liegenden Punkte einer R_5 als Bestimmungsstücke eines Raumpunktes an, der dann auf eine cubische Raumcurve als „Coordinatencurve" bezogen erscheint, so lässt sich der letzterwähnte, algebraische Satz in verschiedene Formen kleiden: man kann ihn auf eine allgemeine Fläche dritter Ordnung und ihre cubischen Raumcurven, oder auch, unabhängig davon, auf ein System von sechs windschiefen Raumgeraden beziehen.

Wählen wir die letztere Form, so sind wir in der Lage, folgenden Satz auszusprechen, der die Ausnahmefälle einer bekannten Aufgabe erörtert:

(C) „Es gibt nur dann eine endliche Anzahl (sechs) von eigentlichen cubischen Raumcurven, die sechs beliebige (windschiefe) Geraden zu Sehnen haben, solange es keine, oder eine, oder zwei Gerade gibt, die immer fünf der sechs Geraden treffen.

Gibt es solcher, fünfmal treffenden Geraden drei oder vier, so existirt gar keine eigentliche cubische Raumcurve der verlangten Art.

---

1) Auch für $n = 6$ ist dies der Fall. cf. „Ap." § 31.

Gibt es solcher Geraden fünf, und damit auch sechs, so hat man eine zweifach[1]) unendliche Schaar von derartigen cubischen Raumcurven. Dann und nur dann bilden die sechs gegebenen Geraden eine halbe Doppelsechs einer Fläche dritter Ordnung."

Die Betrachtungen dieses Abschnitts kann man ebensogut auf R_n ausdehnen, die eine P_3, P_4 etc. zulassen, doch gestalten sich die bezüglichen Sätze erheblich complicirter.

Zum Schlusse wollen wir noch den letzten Satz des § 7 in einen Lagensatz überführen, beschränken uns aber dabei auf den Fall $n = 6$, da dieser, erst in neuerer Zeit algebraisch eingehender[2]) studirte, zu besonders interessanten Resultaten geführt hat. Wir recapituliren davon für unseren Zweck Folgendes:

„Die Figur zweier perspectivischen Dreiecke in einer Ebene ist zu sich selbst polarreciprok in Bezug auf einen bestimmten Kegelschnitt P_2, und zwar setzt sie sich, doppelt gezählt, aus fünf Polvierecken von P_2 zusammen.

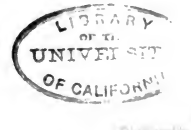
1) Unter diesen befinden sich, wie sich bei Besprechung der zweiten Gruppe von Fällen in § 5 ergab, immer einfach unendlich viele, die zu irgend einer der dualistischen Raumcurven dritter Classe (welche also die sechs gegebenen Geraden zu Axen besitzen), in der Beziehung stehen, dass es ausser jenen sechs Geraden noch einfach unendlich viele gibt, welche zugleich Sehnen der einen und Axen der andern Curve sind.

2) Brill: Ueber binäre Formen und die Gleichung sechsten Grades. Math. Ann. Bd. 20.

" Ueber das Polvierseit Ebenda.

Stephanos, Mémoire sur les faisceaux de formes binaires ayant une méme Jacobienne. Mémoires, présentés pardivers savants ... Tome XXVII.

Kautor, Ueber eiue Configuration (3, 3)10 und unicursale Curven. Math. Ann. Bd. 21. Endlich „Ap." §§ 27, 29, 30, 32.



Unter den Kegelschnitten des irgend einem dieser Polvierecke von P_2 umbeschriebenen Büschels befinden sich sechs, P_2 einmal berührende. Diese sechs Berührungspunkte B_i auf P_2 sind für alle fünf Polvierecke dieselben."

Dann liefert die Methode dieses Paragraphen mit Rücksicht auf den Satz des § 7 folgende Ergänzung:

(D) „Es gibt eine bestimmte rationale Curve sechster Ordnung R_6, welche in den zehn Punkten der Configuration zweier perspectivischen Dreiecke ihre Doppelpunkte besitzt. Sie berührt den Kegelschnitt P_2 in den sechs Punkten B_i, und P_2 ist ein für die R_6 existirender Klassenkegelschnitt.

Ist $b_\lambda^6 = 0$ die Gleichung für die Argumente der Tangenten von P_2 in den Punkten B_i, so ist die R_6 der Ort der Schnittpunkte je zweier Tangenten λ, μ von P_2, welche durch die Gleichung $b_\lambda^5\, b_\mu = 0$ verknüpft sind."

---

§ 10. Erläuterungen zu den Tabellen.

Wegen der Bedeutung der uneigentlichen Zerlegungen erster und zweiter Art, im Gegensatz zu den eigentlichen, sei auf § 1 und § 2 verwiesen. Der Existenzbeweis für die Zerlegungen der Tabellen ist in § 5 geführt, die Abbildung der R_5 auf die F_3 ist in § 4 besprochen.

Bei dem, jedesmal über den Tabellen stehenden Schema sind die Functionszeichen g, F_1, F_2, F_3 weggelassen.

Die erste Columne in der ersten Tabelle gibt die endliche Anzahl von Zerlegungen an, falls eine solche existirt, die zweite Columne die Mannigfaltigkeit M_ν der Zerlegungen. Dann folgen in den nächsten Columnen die Anzahlen für die Grade 5, ν, p_1, π_1, p_2, π_2 und einmal noch für p_3, π_3. Dabei ist $\Sigma p = 5$, $\Sigma\pi = \nu$. Σf_{rs} ist in allen Fällen, excl. XIV $= f_{12} = p_1\,\pi_2 + p_2\,\pi_1$, und nur in XIV gleich

$$(p_1\,\pi_2 + p_2\,\pi_1) + (p_1\,\pi_3 + p_3\,\pi_1) + (p_2\,\pi_3 + p_3\,\pi_2).$$

P_ν bedeutet die Constantenanzahl einer allgemeinen, ebenen, rationalen Curve n^{ter} Classe i. e. $3\nu - 1$.

Als Fläche dritter Ordnung F_3 kann man irgend eine allgemeine Fläche dieser Ordnung nehmen, und auf dieser irgend eine halbe Doppelsechs herausgreifen, deren Geraden mit a_i (i. = 1, 2, . . 6) bezeichnet werden.

Die andere Hälfte der Doppelsechs bestehe aus den Geraden b_i, die 15 übrigen Geraden der Fläche seien die c_{ik}.

Die Geraden, Kegelschnitte und cubischen Raumcurven auf der F_3 sind mit φ_1, φ_2, φ_3 bezeichnet: die Zeichen in der beigesetzten Klammer geben im ersten Falle die Gerade selbst an, im zweiten die mit dem Kegelschnitt in einer Ebene liegende Gerade, endlich im dritten[1]) die sechs Geraden, welche die cubische Raumcurve zu Sehnen hat.

Der Inhalt der ersten Tabelle lässt sich so zusammenfassen:

„Sieht man von den, leicht direct behandelbaren Fällen V, VIII, XI ab, so sind alle eigentlichen Zerlegungen der Tabelle repräsentirt durch sämmtliche Gerade, Kegelschnitte, cubische Raumcurven auf einer allgemeinen Fläche dritter Ordnung, wo unter den letzteren noch gewisse ausgezeichnete, die zu einer beliebig, aber bestimmt herausgegriffenen halben Doppelsechs der Fläche in einer besonderen Beziehung stehen, für sich figuriren.“

Die Fälle (a), (b), (c), (d) sind von den übrigen abgetrennt, weil bei ihnen die Zahl ν schon grösser als fünf ist.

Bemerkenswerth ist noch, dass dasselbe Schema, wie in (a), (b), durchaus verschiedene eigentliche Zerlegungen darstellen kann. Ebenso kann, wie der letzte Fall der dritten Tabelle, verglichen mit dem zweiten der zweiten Tabelle zeigt, ein- und dasselbe Schema einer uneigentlichen Zerlegung erster, wie zweiter Art zugehören.

1) Die Indices i, k, l, m, n, p sind in irgend einer Reihenfolge die Zahlen 1, 2, 3, 4, 5, 6.

Tabelle der Schemata, welche die eigentlichen Zerlegungen der Gleichungen fünften Grades mit zwei linearen Parametern repräsentiren.

		5	ν		p_1,	π_1	p_2,	π_2	p_3,	π_3				
	M_ν	(λ,	μ)	=	(λ,	μ)	(λ,	μ)	(λ,	μ)	Σf_{rs}	P_ν	Nr.	Die Bilder auf der F_3
	1	5	1		1	0	4	1			1	2	I	Gewisse $\varphi_3(a_i)$.
6	0	„	1		2	0	3	1			2	2	II	Die $\varphi_1(a_i)$.
1	0	„	2		1	1	4	1			5	5	III	Eine specielle $\varphi_3(b_i)$.
15	0	„	2		2	1	3	1			5	5	IV	Die $\varphi_1(c_{ik})$.
	2	„	3		1	1	4	2			6	8	V	
	1	„	3		2	1	3	2			7	8	VI	Die $\varphi_2(b_i)$.
6	0	„	3		3	1	2	2			8	8	VII	Die $\varphi_1(b_i)$.
	4	„	4		1	1	4	3			7	11	VIII	
	2	„	4		2	1	3	3			9	11	IX	Die $\varphi_3(a_i)$.
	1	„	4		2	2	3	2			10	11	X	Die $\varphi_2(c_{ik})$.
	6	„	5		1	1	4	4			8	14	XI	
	2	„	5		2	2	3	3			12	14	XII	Die $\varphi_3\begin{pmatrix} a_i, & a_k, & a_l \\ c_{mn}, & c_{mp}, & c_{np} \end{pmatrix}$.
	1	„	5		3	2	2	3			13	14	XIII	Die $\varphi_3(a_i)$.
80	0	„	5		1	1	1	1	3	3	14	14	XIV	Specielle φ_3 von XII.
	2	„	6		2	3	3	3			15	17	(a)	Die $\varphi_3\begin{pmatrix} a_i, & b^i \\ c_{kl}, c_{km}, & c_{kn}, c_{kp} \end{pmatrix}$.
	2	„	6		2	3	3	3			15	17	(b)	Die ebenen φ_3 $(p = 0)$.
	2	„	7		2	4	3	3			18	20	(c)	Die $\varphi_3\begin{pmatrix} b_m, & b_n, & b_p \\ c_{ik}, & c_{il}, & c_{kl} \end{pmatrix}$.
	2	„	8		2	5	3	3			21	23	(d)	Die $\varphi_3(b_i)$.

Tabelle der Schemata, welche ausschliesslich uneigentliche Zerlegungen repräsentiren.

A. Erster Art.

5 $(\lambda,$	ν $\mu)$	=	$\mathfrak{p}_1,$ $(\lambda,$	π_1 $\mu)$	$\mathfrak{p}_2,$ $(\lambda,$	π_2 $\mu).$	$\mathfrak{f}_{12}.$	$P_\nu.$
5	4		3	1	2	3	11	11
"	4		1	2	4	2	10	11
"	5		2	1	3	4	11	14
"	5		3	1	2	4	14	14
"	5		1	2	4	3	11	14
"	5		4	2	1	3	14	14

B. Zweiter Art.

5 $(\lambda,$	ν $\mu)$	=	$\mathfrak{p}_1,$ $(\lambda,$	π_1 $\mu)$	$\mathfrak{p}_2,$ $(\lambda,$	π_2 $\mu).$	$\mathfrak{f}_{12}.$	$P_\nu.$
5	2		1	0	4	2	2	5
"	3		1	0	4	3	3	8
"	4		1	0	4	4	4	11
"	5		1	0	4	5	5	14
"	2		2	0	3	2	4	5
"	3		2	0	3	3	6	8
"	4		2	0	3	4	8	11
"	5		2	0	3	5	10	14
"	4		1	2	4	2	10	11

Herr v. Voit legt eine Abhandlung des Herrn Professors Dr. Max Rubner vor:

„Beiträge zur Lehre vom Kraftwechsel."

I. Der Einfluss abundanter Kost auf die Wärmebildung.[1])

Vor einiger Zeit habe ich die experimentellen Beweise erbracht, dass durch die Zufuhr von Nahrungsstoffen, wenn letztere einem Organismus (Warmblüter) nicht wesentlich mehr an wärmespendendem Material zuführen als derselbe im Hungerzustand an Wärme produzirt hätte, keine oder nur eine ganz unwesentliche Vermehrung der täglichen Wärmebildung eintritt (isodyname Vertretung).

Man wird sich nun zunächst weiter die Frage vorlegen, was geschieht, wenn durch die Zufuhr die eben bezeichnete Grenze überschritten wird. Namentlich durch die Versuche von Pettenkofer und Voit ist dargethan worden, dass im Allgemeinen bei reichlicher Fütterung Ansatz der zugeführten Stoffe, unter Umständen aber wohl auch ein reichlicher Verbrauch an Stoffen nachgewiesen werden kann. In den Versuchen der genannten Autoren kommen fast durchgehends lange Fütterungsreihen in Betracht, bei welchen Veränderungen des Körpers des Thieres nicht ausgeschlossen waren und auch nicht ausgeschlossen bleiben sollten, da es sich ja dabei um die Auffindung der Gesetzmässigkeit des Ansatzes handelte. Es ist aber wünschenswerth und von grossem theoretischen Interesse, die einzelnen wirksamen Faktoren

1) Die hier mitgetheilten Versuche wurden im physiol. Institut zu München ausgeführt.

scharf zu trennen, hier also die unmittelbare Wirkung reichlicher Nahrungszufuhr von der Wirkung der durch den Ansatz bedingten qualitativen und quantitativen Veränderungen des Körpers, und so habe ich denn schon vor langer Zeit begonnen, zu untersuchen, welches die Grösse des Kraftumsatzes (Wärmebildung) unmittelbar an den ersten Tagen reichlicher Zufuhr sei. Da ich nicht hoffen kann, gleich jetzt die Versuche in ausführlicher Publikation bekannt zu geben, weil andere Berufspflichten die Zeit in Anspruch nehmen, so theile ich in Kurzem die Resultate mit. Die Methoden, deren ich mich zur Untersuchung der Wärmeproduktion bediente, sind schon früher angegeben; die calorischen Werthe für die zersetzten Stoffe sind nach eigenen Beobachtungen berechnet worden. Die Ergebnisse können wie folgt, mit Ausserachtlassung minder wesentlicher Punkte, zusammengefasst werden.

1) Bei jedweder Art **abundanter** Zufuhr lässt sich gleich am ersten Tage der Fütterung eine reichlichere Wärmebildung verglichen mit dem vorhergehenden Hungertage nachweisen. Dieselbe hält an oder nimmt an den späteren Tagen bei gleichbleibender Zufuhr zu.

2) Die Eigenwärme des Thieres (Hundes) ist bei abundanter Kost nur wenig geändert. Im Mittel mehrerer Beobachtungstage wurden erhalten:

	Anfang des Versuchs[1])	5 Uhr Nachm.	Ende des Versuchs
Hunger	38.08	38.46	38.10
Mässige Fleischkost	38.11	38.50	38.09
Sehr reichlich Fleisch[2])	38.16	38.74	38.17
Wenig Knochen	38.10	38.65	38.45
Sehr reichlich Fett[2])	38.45	38.70	38.30
Sehr reichlich Kohlehydrat[2])	38.30	38.55	38.45

1) Morgens 11 Uhr.

2) Die gefütterten Nahrungsstoffe waren dem Verbrennungswerthe nach gleichwerthig.

3) Die einzelnen Stoffe zeigen ein spezifisches Vermögen, die Wärmebildung anzuregen. Um diess darzuthun, wurde im Allgemeinen folgende Versuchsanordnung gewählt:

Der Hund (25 Kilo schwer) hungerte zunächst mehrere Tage, indem gleichzeitig die Stoffzersetzung und der Kraftwechsel bestimmt wurde. Dann erhielt er zwei Tage Eiweiss (als Fleisch) zugeführt, dessen Verbrennungswerth genau bekannt war, und hungerte darauf wieder zwei Tage. Dann folgten zwei Tage mit Fettfütterung. Der Verbrennungswerth des Fettes, welches zugeführt worden war, entsprach gerade der Verbrennungswärme des verabreichten Eiweisses. Nach weiteren zwei Hungertagen erhielt der Hund eine in genannter Weise berechnete Menge von Kohlehydraten.

Derartige Reihen wurden an zwei Hunden durchgeführt. An dem grösseren mehrere in ganz gleicher Weise; die dabei erhaltenen Werthe enthält die folgende Tabelle.

Art der Zufuhr	Wärmebedarf des Thieres in Cal. (pro 24 St.)[1]	Wärmewerth der Zufuhr in Cal.	Wärmewerth der Zersetzung in Cal.	Die Zufuhr übersteigt den Bedarf um x%	Die Wärmebildung steigt an den Fütterungstagen gegenüber den Hungertagen um x%	Von dem im Ueberschuss zugeführten Nahrungsstoffe wird zersetzt (nach Cal. berechnet) in %.
Eiweiss	944	1549	1131	55	19.7	30.9
Fett	944	1549	1009	55	6.8	10.7
Kohlehydrat	944	1549	1040	55	10.2	15.9

Am meisten Wärme wird durch überschüssige Eiweisszufuhr erzeugt, weit weniger durch

1) Als Wärmebedarf wird die im Hungerzustand producirte Wärmemenge gerechnet.

überschüssige Kohlehydrate, am wenigsten durch Fett; demgemäss wird also bei überschüssiger Eiweisszufuhr am wenigsten, bei Kohlehydrat mehr, bei Fett am meisten angesetzt. Die Gefahr fett zu werden, ist demnach bei reichlicher Fettkost am grössten.

4) Von dem zugeführten Ueberschusse scheint — bei Eiweiss wenigstens — auch wenn man die Grösse des Ueberschusses variirt, ein nahezu gleichbleibender Bruchtheil zersetzt zu werden.

Der Ueberschuss beträgt in %	Die Wärmebildung steigt gegenüber dem Hunger an um x%	Von dem Ueberschuss wird zersetzt in % (auf Cal. gr.)	Von dem Ueberschuss wird angesetzt
55	19.7	36.1	63.9
131	44.0	34.9	65.1

Die maximalste Wirkung der Steigerung der täglichen Wärmebildung wurde bei Eiweiss bei einem Wärmeüberschuss von 131% mit 44% Zuwachs erreicht (Mittel aus zwei Versuchsreihen).

Die Nahrungsstoffe entfalten, wenn man diese Versuche mit meinen früher publicirten vergleicht, in dem Organismus scheinbar ganz verschiedene Wirkungen, je nachdem die Menge der Zufuhr variirt wird. — Das eine Mal bleibt die Menge der täglich produzirten Wärme fast ganz ungeändert,[1]) das andere Mal tritt eine namhafte Vermehrung der Wärmeproduktion auf. Die Erklärung dieser verschiedenen Wirkung kann man mit wenigen Worten bringen.

Man muss sich vergegenwärtigen, dass beim Hungerzustand und bei mittlerer Lufttemperatur ein sehr erheblicher Theil der producirten Wärme aus den Muskeln stammt

1) Zeitschr. für Biolog. Bd. 19 p. 313 ff.

und jene Zellen, welche in Beziehung zur Aufnahme der Nahrungsstoffe stehen, wenig thätig sind und wenig Wärme produziren. Wenn aber die Lufttemperatur steigt, die Abkühlung abnimmt, so schränken die Muskeln ihre Thätigkeit ein: das gleiche kann offenbar geschehen, wenn die Drüsenzellen und diesen zugehörige Gebiete von einem Reiz getroffen werden, welcher die Wärmeproduktion mehrt: die Muskeln werden entlastet. Indem also hier zwischen Muskeln und Verdauungsapparat Compensationen eintreten, kann die Wärmemenge, welche von einem gefütterten und hungernden Thier geliefert wird, ganz gleich sein, nur die Quellen der Wärme haben sich geändert.

Die Ausschaltung der Muskeln als wärmeregulirendes Organ hat natürlich auch eine gewisse Grenze. Es trifft sich nun, dass im Allgemeinen die bei Aufnahme von Nahrungsstoffen durch Umsetzung in den mit der Verdauung zusammenhängenden Drüsen gebildete Wärme, selbst wenn die ersteren (Nahrungsstoffe) hinreichen, den Wärmebedarf zu decken, eine kaum bemerkbare Steigerung der Tageswärme hervorruft, sondern offenbar nur dazu dient, die Muskeln auszuschalten. Geht man mit der Zufuhr über diese Grenzen hinaus, so macht sich ein Steigen der Tageswärme bemerkbar. Die durch die Nahrungsstoffe in den Drüsen erregten Umsetzungen, betragen nach dem Wärmewerth gemessen nur einen Bruchtheil des Wärmewerthes der Zufuhr. Wir sehen desshalb, dass auch nur ein bestimmter Bruchtheil des Ueberschusses der Zufuhr als Wärmezuwachs auftritt (cfr. Nr. 4).

Die Wirkung der abundanten Zufuhr, d. h. der Wärmezuwachs gegenüber der Wärmeproduktion an den Hungertagen, muss auch abhängig sein von der absoluten Temperatur. Nehmen wir den Fall, dass ein hungerndes Thier ansteigend

in einen höher temperirten Raum gebracht werde, so gibt es bekanntlich eine Grenze, über welche hinaus man mit der Erhöhung der Lufttemperatur nicht gehen kann, ohne die Eigenwärme des Thieres zu erhöhen. In diesem Zustande des Thieres wird nur wenig Wärme von den Muskeln geliefert, weil ja auch die Abkühlung eine unbedeutende ist; wenn wir nun einen Reiz auf die Drüsen wirken lassen, so muss jeder Reiz, der sonst latent blieb, weil in der Thätigkeit der Muskeln eingespart werden konnte, hier zum Ausdruck kommen. In der Nähe dieser Grenze müssten demnach die Wirkungen der Zuführung der Nahrungsstoffe auf die Gesammtwärmeproduktion viel bedeutender werden, als ich sie angegeben. Es kann daher an dieser Stelle nochmal hervorgehoben werden, dass die Beziehungen der Nahrungsstoffe zur Wärmeproduktion, wie wir sie eben geschildert, angestellt sind bei mittleren Lufttemperaturen und bei diesen, sowie für absteigende Temperaturen Geltung haben.

II. Ueber physikalische und chemische Wärme-Regulation.

Es wird jetzt fast allgemein angenommen, dass die Erhaltung der Eigenwärme der Warmblüter auf einer chemischen Regulation beruhe und dass die Muskeln der regulirende Apparat seien. — Wenn die Abkühlung zunimmt, wird durch die Innervation der Muskeln eine intensivere Zersetzung in denselben hervorgerufen. Es ist wohl nicht nöthig, näher auf die Versuche von Colasanti, Finkler, Voit und Anderer, welche die hieher gehörigen Thatsachen feststellten, einzugehen und erwähne ich auch nur kurz die von mir angestellten Versuche über den Einfluss der Oberflächenentwicklung auf die Zersetzung und Wärmebildung, welche das gleiche Prinzip der chemischen Wärmeregulirung darthaten.

Durch theoretische Ueberlegungen, auf welche einzugehen hier nicht der Platz ist, veranlasst, habe ich nun der

Wärmeregulation reichlich gefütterter Thiere (es ist dabei stets abundante Kost gegeben worden) meine Aufmerksamkeit geschenkt. Die Resultate, welche ich dabei erhalten, dürften zum Theil unerwartete sein, im Ganzen aber dazu beitragen, manche Versuche und Angaben über Wärmeregulation, welche den heutigen Vorstellungen entgegen sind, in Einklang mit letzteren zu bringen.

Zunächst ging ich darauf aus, zuzusehen, ob sich mit Hilfe der mir zur Benützung stehenden Apparate und bei kleinen Temperaturdifferenzen eine chemische Regulirung nachweisen liesse. Die Resultate, welche ich an einem kleinen, 6 Kilo schweren Hunde erhalten habe, waren folgende:

Der Hund lieferte

bei 13.8° pro 1 Kilo Körpergew. an Wärme pro 24 St. 78.68 Cal.
„ 18.0° „ „ „ „ „ „ „ 67.06 „
„ 14.9° „ „ „ „ „ „ „ 74.74 „
„ 17.3° „ „ „ „ „ „ „ 69.78 „

Das Thier hungerte; die Beobachtungen beziehen sich auf vier unmittelbar auf einander folgende Versuchstage. Aus den Zahlen ergibt sich, dass der Hund auf das Feinste auf die Temperaturunterschiede reagirte; jede Erhöhung der Lufttemperatur verminderte die Wärmebildung, jedes Sinken regte sie an. In Zahlen ausgedrückt, stieg die Wärmebildung beim Sinken der t um 1° um 3.56%; beim Steigen der Temperatur sank die Wärmebildung um 3.18% pro 1°. Eines weiteren Beweises, dass die geübte Methodik eine vorzügliche ist, um auch kleine Wirkungen darzuthun, bedarf es nicht.

Zu den eigentlichen Versuchen benützte ich dann einen grossen 25 Kilo schweren Hund. Ich beobachtete ihn 4 Tage bei Hunger mit Variation der Temperatur und dann 4 Tage unmittelbar darauf bei abundanter Kost gleichfalls mit Variation der Temperatur. Der Kostüberschuss betrug 50% über den Bedarf.

Bei Hunger ergab sich:

bei	11.8°	pro Kilo und 24 Stunden Cal.	40.60[1])
„	15.9°	„ „ „ „ „ „	35.99
„	12.9°	„ „ „ „ „ „	39.13
„	17.5°	„ „ „ „ „ „	35.22

Bei Fütterung:

bei	13.9°	pro Kilo und 24 Stunden Cal.	46.00
„	19.3°	„ „ „ „ „ „	47.54
„	13.0°	„ „ „ „ „ „	48.68
„	20.2°	„ „ „ „ „ „	49.83

Während also bei Hunger das Thier scharf allem Wechsel der Temperatur in seiner Wärmehaltung folgte, sind die Verhältnisse beim gefütterten Thier völlig andere: bei abundanter Fütterung ist die chemische Wärmeregulation aufgehoben, trotz Zunahme der Temperatur der umgebenden Luft wird nicht weniger an Wärme produzirt, sondern die nemliche Wärmemenge. Dabei muss der überschüssigen Wärme ein neuer Abfluss geschaffen werden, und zwar durch physikalische Mittel; die Thiere legen sich mit ausgestreckten Beinen auf den Boden, ihre Oberfläche vergrössernd. Umgekehrt, wenn die Temperatur sinkt, wird deshalb nicht mehr Wärme produzirt wie vorher, sondern auch die gleichbleibende Menge, nur die Wege für die Wärmeabfuhr werden gekürzt. Die tägliche Wärmeproduktion ist an den Fütterungstagen nicht ganz gleich geblieben, sondern allmählich angestiegen. Dieses Ansteigen bildet bei reichlichem Ueberschuss die Regel.

Obschon durch die angeführten Resultate eine physikalische Wärmeregulation ausser Zweifel steht, so habe ich

1) Aus diesen Zahlen kann man ableiten, dass die chemische Wärmeregulation nicht gerade direkt proportional der Temperaturänderung entspricht. Ich komme auf diese Verhältnisse in der ausführlichen Publikation zurück.

doch noch einen weiteren siebentägigen Versuch ausgeführt. Die gefütterte Fleischmenge war kleiner als jene des ersten Versuches; dadurch gelang es auch, das Ansteigen der Wärmebildung an den Fütterungstagen auszuschliessen.

Die Zahlen sind:

an den Fütterungstagen producirte der Hund

bei	19.5	pro	Kilo	und	Tag	42.64 Cal.
	23.7	„	„	„	„	41.83 „
	18.2	„	„	„	„	41.13 „
	24.8	„	„	„	„	41.10 „
bei Hunger bei	13.4	„	„	„	„	39.65 „
	19.5	„	„	„	„	35.10 „
	27.4	„	„	„	„	30.82 „

Die Resultate der ersten Versuchsreihe bestätigten sich also vollkommen. Wenn man bei mittlerer Temperatur mit der Fleischmenge noch weiter heruntergeht, so dass nur etwa soviel an Fleisch gegeben wird als das Thier zur Erhaltung der Körperwärme nöthig hat, dann hat die Fütterung diese die chemische Regulation aufhebende Wirkung nicht, wie ich mich durch eine Versuchsreihe überzeugte.

Um die Wirkungen der Wärmeregulation rein zu zeigen, kann man nur ungefütterte Thiere verwenden, und werden demnach viele der früheren Angaben über Wärmeregulation einiger Correkturen bedürfen.

Das Bestehen der physikalischen Wärmeregulation beweist uns, dass der Muskelapparat vollständig in seiner Thätigkeit ausgeschaltet ist und dient der in der vorhergehenden Mittheilung ausgesprochenen Anschauung über die Beziehungen zwischen Muskel- und Drüsenapparat als Stütze. Der Organismus bedient sich der chemischen Regulation, wenn er zu sparen hat, der physikalischen, wenn er im Ueberflusse lebt. Es kann hier gleich hervorgehoben werden, dass beide Arten der Regulation sehr wohl täglich bei dem Menschen

nebeneinander vorkommen können, nach reichlicher Mahlzeit der physikalische, im Uebrigen die chemische Regulation. Die mechanische Arbeit erfordert gerade wie die lebhafte Drüsenthätigkeit die erstere; es kommen desshalb auch bei Arbeitern, welche ähnliche Arbeitsleistungen haben, klimatische Verhältnisse in ihrer Wirkung auf den Stoffverbrauch nicht zum Ausdruck.

III. Einfluss der Jahreszeit auf den Kraftwechsel.

Seit langer Zeit bemüht, die Einflüsse, welche auf den Kraftwechsel von Bedeutung sind, zu bestimmen, habe ich an dem grossen Hunde, welcher zu vielen meiner Versuche gedient hat, zu verschiedenen Zeiten den Umsatz, beziehungsweise die Wärmebildung untersucht. Der Hund erhielt an den Tagen, welche er im Respirationsapparate zubrachte, kein Futter. Im Ganzen liegen 22 Versuche vor; die in der Zeit sich naheliegenden vereinigt, ergeben folgende Zahlen:

Zeit	Mittleres Körpergewicht in Kilo	Cal. pro 24 Stunden pro Kilo auf 15° C. reduzirt.
Juni 1882	20.3	37.10
Juni 1883	23.5	40.10
Juni 1884	25.5	37.02
März 1885	24.2	37.28
Mai 1885	26.2	37.28

Einen Werth von Juni 1883 ausgenommen, zeigt der Hund in seinem Verhalten fast ein völliges Gleichbleiben seiner Zersetzungen und seiner Wärmebildung. Auch wesentliche Schwankungen seines Körpergewichts ändern nichts an der Gleichmässigkeit. Ein Einfluss der Jahreszeit lässt sich nicht darthun.

Sitzung vom 5. December 1885.

Herr von Seidel legt vor und bespricht eine Abhandlung des correspondirenden Mitgliedes Herrn Leo Königsberger in Heidelberg:

„Beweis von der Unmöglichkeit der Existenz eines anderen Functionaltheorems als des Abel'schen Theorems."

Ich erlaube mir im Folgenden die wesentlichsten Resultate einer demnächst erscheinenden ziemlich umfangreichen Arbeit kurz mitzutheilen.

Bekanntlich liefert das Abel'sche Theorem für Integrale algebraischer Functionen die Eigenschaft, dass eine beliebige Anzahl derselben sich additiv zu einer festen Anzahl gleichartiger Integrale vereinigen lässt, deren Grenzen algebraisch aus den Grenzen der gegebenen Integrale zusammengesetzt sind, und die Additionstheoreme für diejenigen Functionen einer oder mehrerer Variabeln, welche aus der Umkehrung jener Integrale sich ergeben, gehen unmittelbar aus jenem Theoreme hervor. Es ist eine für die Untersuchung der Integrale algebraischer Differentialgleichungen und deren Umkehrungsfunctionen wichtige Frage, ob ein Functionaltheorem ähnlicher Art für dieselben existirt, und nachdem ich in früheren Arbeiten im „Journal für Mathematik" und in den „acta mathematica" sowie in meiner Schrift „Allgemeine

Untersuchungen aus der Theorie der Differentialgleichungen" die nöthigen Hülfsuntersuchungen angestellt, gehe ich nunmehr an die Beantwortung der Frage:

Gibt es ausser den Integralen algebraischer Functionen und deren Umkehrungen noch andere Functionen, deren Werthe für n von einander unabhängige Argumente in algebraischem Zusammenhange mit weniger als n Werthen eben dieser Function für algebraisch von jenen n Variabeln abhängige Argumente und jenen Argumenten selbst stehen?

Nachdem gezeigt worden, *dass jede Function einer Variabeln, welche ein Functionaltheorem in dem Sinne besitzt, dass*

$$Z = F(x_1, x_2, z_1, z_2)$$

ist, worin F eine algebraische Function und Z den zu X gehörigen Functionalwerth bedeutet, wenn X mit x_1 und x_2 durch die algebraische Beziehung

$$X = f(x_1, x_2)$$

verbunden ist, das Integral einer algebraischen Differentialgleichung erster Ordnung sein muss, weise ich aus dem Satze von der Erhaltung einer algebraischen Beziehung zwischen Integralen verschiedener algebraischer Differentialgleichungen nach, *dass das allgemeine Integral jener Differentialgleichung erster Ordnung eine algebraische Function eines particulären, der unabhängigen Variabeln und einer willkührlichen Constanten sein muss,* und werde durch eine Reihe weiterer Schlüsse zu dem Resultat geführt:

Die nothwendige und hinreichende Bedingung dafür, dass eine Function einer Variabeln ein Functionaltheorem im angegebenen Sinne besitzt, ist die, dass dieselbe einer Differentialgleichung erster Ordnung

$$\frac{dz}{dx} = \omega(x) . \chi(z)$$

genügt, welche sich durch eine algebraische Substitution für die abhängige und unabhängige Variable in die Form bringen lässt

$$\frac{du}{dt} = m \frac{\sqrt{(1-u^2)(1-k^2u^2)}}{\sqrt{(1-t^2)(1-\lambda^2 t^2)}},$$

und somit sind alle jene Functionen in dem Ausdrucke enthalten

$$z = \Omega_1 \left\{ \operatorname{sinam}\left(m \int_{\xi}^{\omega_1(x)} \frac{d\eta}{\sqrt{(1-\eta^2)(1-\lambda^2\eta^2)}}, k \right) \right\},$$

worin Ω_1 und ω_1 beliebige algebraische Functionen bedeuten — immer von dem Falle der algebraischen und logarithmischen Integrabilität der Differentialien $\frac{dz}{\chi(z)}$ oder $\omega(x)\,dx$ abgesehen.

Die betrachteten Functionen besitzen eine algebraische Periode von der Form

$$\frac{x\sqrt{(1-\xi_1^2)(1-\lambda^2\xi_1^2)} + \xi_1\sqrt{(1-x^2)(1-\lambda^2x^2)}}{1-\lambda^2\xi_1^2x^2}.$$

In allen Fällen dürfen die Functionen einer Variabeln, welche einem Functionaltheorem unterliegen, als algebraische Verbindungen algebraischer logarithmischer und elliptischer Functionen bezeichnet werden.

Nachdem die Frage nach den Funktionen einer Variabeln beantwortet worden, für welche die Function einer algebraischen Verbindung von unabhängigen Argumenten sich algebraisch durch die Functionen der einzelnen Argumente und diese selbst ausdrücken lässt, gehen wir zur Untersuchung derjenigen Functionen über, welche ein Functionaltheorem in dem Sinne besitzen, dass ihre Functionalwerthe für drei oder mehr unabhängige Variable in einer algebraischen Beziehung stehen zu zwei dieser Functionalwerthe für Argumente, welche

von den gegebenen Variabeln algebraisch abhängen, also einer Beziehung von der Form

$$F\{Z_1, Z_2, z_1, z_2, z_3, x_1, x_2, x_3\} = 0$$

unterliegen, wenn die zu Z_1 und Z_2 gehörigen Argumente mit den unabhängigen Variabeln durch die algebraischen Gleichungen verbunden sind

$$X_1 = f_1(x_1, x_2, x_3),\ X_2 = f_2(x_1, x_2, x_3).$$

Es wird nachgewiesen, dass derartige Functionen Integrale algebraischer Differentialgleichungen erster oder zweiter Ordnung sein müssen, und wir finden,

dass ein Functionaltheorem im angegebenen Sinne für das Geschlecht 2 nur Integralen solcher Differentialgleichungen erster Ordnung zukommen kann, für welche das allgemeine Integral eine algebraische Function zweier particulärer Integrale, der unabhängigen Variabeln und einer willkührlichen Constanten ist,

oder *nur Integralen solcher Differentialgleichungen zweiter Ordnung, für welche das allgemeine Integral eine algebraische Function eines oder zweier particulärer Integrale, der unabhängigen Variabeln und zweier willkührlichen Constanten ist.*

Nachdem gefunden worden, dass die einzige Klasse jener Differentialgleichungen erster Ordnung die der linearen und solcher durch, in der abhängigen und unabhängigen Variabeln, algebraische Substitutionen aus diesen abgeleiteten ist, wird gezeigt, dass von dem Falle der zum Geschlechte 2 gehörigen Abel'schen Integrale abgesehen, das Integral einer linearen Differentialgleichung erster Ordnung also auch

das Integral einer algebraischen Differentialgleichung erster Ordnung nie ein zum Geschlecht 2 gehöriges Functionaltheorem besitzen kann.

Es wird weiter erwiesen, dass alle Differentialgleichungen zweiter Ordnung, für welche das allgemeine Integral nur von

einem particulären Integrale abhängt, durch algebraische Substitutionen auf eine homogene lineare Differentialgleichung zweiter Ordnung, in welcher die abhängige Variable selbst fehlt, zurückführbar sind, und von den letzteren nachgewiesen, dass ihre Integrale kein zum Geschlechte 2 gehöriges Functionaltheorem haben können. Endlich zeigt sich, dass auch alle Differentialgleichungen zweiter Ordnung, welche in dem Ausdrucke für das allgemeine Integral zwei particuläre Integrale enthalten, wiederum aus einer linearen homogenen Differentialgleichung zweiter Ordnung abgeleitet sind, auf deren abhängige und unabhängige Variable algebraische Substitutionen angewandt werden, und bei diesem Nachweise sind mannigfache Schwierigkeiten wegen der zwischen den particulären Integralen und deren Ableitungen etwa stattfindenden algebraischen Beziehungen zu überwinden.

Um also alle Functionen zu finden, für welche ein zum Geschlechte 2 gehöriges Functionaltheorem existirt, ist es nur nöthig, *diese Frage für Integrale von linearen, homogenen Differentialgleichungen zweiter Ordnung zu beantworten.* Nachdem bewiesen worden, dass ein solches Functionaltheorem ein in den Grössen z_1, z_2, z_3, Z_1, Z_2 lineares sein müsste, diese Annahme aber vermöge der Eigenschaft der linearen Differentialgleichungen auf ein zum Geschlechte 1 gehöriges Functionaltheorem führen würde, was nach dem Obigen nicht möglich ist, so folgt,

dass das Integral einer algebraischen Differentialgleichung zweiter Ordnung nie ein zum Geschlechte 2 gehöriges Functionaltheorem besitzen kann.

Wir finden somit,

es gibt überhaupt keine Functionen einer Variabeln welche ein zum Geschlechte 2 gehöriges Functionaltheorem haben, mit Ausnahme der zum Geschlechte 2 gehörigen Abel'schen Integrale,

und allgemein,

die einzigen Functionen einer Variabeln, deren Werthe für n von einander unabhängige beliebige Variable in algebraischem Zusammenhange mit weniger als n Werthen eben dieser Function für algebraisch von jenen n Variabeln abhängige Argumente stehen, sind die Integrale algebraischer Functionen, für welche das Abel'sche Theorem jenen Zusammenhang feststellt.

Es bleibt somit zur vollständigen Erledigung der Frage nur noch zu untersuchen übrig, ob Functionen mehrerer Variabeln Functionaltheoreme der angegebenen Art besitzen können, und man sieht leicht, dass derartige Functionen nicht existiren.

So lange also in das Functionaltheorem selbst nur die betrachtete Function für unabhängige und algebraisch davon abhängige Argumente eintreten soll, ist eine Ausdehnung des Abel'schen Theorems unmöglich: nun zeigt aber das letztere Theorem, dass die Gestalt desselben unverändert bleibt, wenn z. B. ein Integral erster Gattung durch ein beliebiges anderes erster Gattung ersetzt wird, und diese letztere Thatsache war bekanntlich für Jacobi die Veranlassung, die Umkehrungsfunctionen der hyperelliptischen Integrale als Functionen von so vielen unabhängigen Variabeln zu definiren, als es zu der betreffenden Irrationalität gehörige Integrale erster Gattung gab, so dass in das Functionaltheorem der Umkehrungsfunctionen zwei selbständige Functionen eintraten in der Art z. B., dass

$$\mathrm{al}_1(u_1 + v_1, u_2 + v_2)$$
$$= F_1\{\mathrm{al}_1(u_1, u_2), \mathrm{al}_2(u_1, u_2), \mathrm{al}_1(v_1, v_2), \mathrm{al}_2(v_1, v_2)\}$$
$$\mathrm{al}_2(u_1 + v_1, u_2 + v_2)$$
$$= F_2\{\mathrm{al}_1(u_1, u_2), \mathrm{al}_2(u_1, u_2), \mathrm{al}_1(v_1, v_2), \mathrm{al}_2(v_1, v_2)\}.$$

Diese Ueberlegung führt darauf, in das gesuchte Functionaltheorem, das zunächst für das Geschlecht 1 untersucht

wird, zugleich zwei Functionen zweier unabhängiger Variabeln einzuführen, wie es z. B. die von Herrn Fuchs aufgestellten Umkehrungsfunctionen der beiden particulären Fundamentalintegrale einer linearen homogenen Differentialgleichung zweiter Ordnung sind.

Man zeigt einerseits leicht, *dass solche Functionen jedenfalls eine doppelte algebraische Periodicität besitzen müssen*, andererseits *genügen sie einem gleichzeitigen Systeme von vier partiellen Differentialgleichungen erster Ordnung in Bezug auf die beiden unabhängigen Variabeln und sind einzeln als Functionen einer jeden ihrer Variabeln aufgefasst Integrale algebraischer Differentialgleichungen zweiter Ordnung*,

und ähnliche Sätze für Functionen zweier Variabeln, welche ein zu einem höheren Geschlechte gehöriges Functionaltheorem besitzen sollen.

Endlich wird für das dem Geschlechte 1 zugehörige Functionaltheorem gezeigt, dass *das System der jene Functionen definirenden Differentialgleichungen die Eigenschaft besitzt, dass das allgemeine Integral in Bezug auf jede der Variabeln entweder eine algebraische Function zweier entsprechender particulärer Integrale erster Ordnung und einer willkührlichen Constanten sein muss oder eine algebraische Function zweier entsprechender particulärer Integrale und zweier willkührlichen Constanten*,

und in beiden Fällen ergibt sich wiederum die Unmöglichkeit eines Functionaltheorems, wenn es sich nicht um Functionen handelt, welche durch eine algebraische Substitution aus den Abel'schen Functionen abgeleitet sind.

Die einzigen Functionen also, für welche Functionaltheoreme im oben angegebenen Sinne existiren, sind die Abel'schen Integrale und die Umkehrungsfunctionen derselben, sowie die durch algebraische Transformationen aus diesen abgeleiteten.

Herr C. Kupffer sprach über:

„Primäre Metamerie des Neuralrohrs der Vertebraten."

Uebereinstimmende Angaben mehrerer Embryologen bekunden, dass in frühen Entwicklungsstadien bei fast sämmtlichen Classen der Vertebraten eine Region des Nervenrohrs eine regelmässige Segmentirung zeigt. Diese Region deckt sich ungefähr mit der als Nachhirn bezeichneten hintersten Abtheilung der Hirnanlage, es scheint aber auch nach den bisher vorliegenden Beobachtungen, dass die Segmentirung sich nicht ausschliesslich auf das Nachhirn beschränkt, sondern sowohl nach vorne, wie hinterwärts darüber hinausgreift.

K. E. von Bär gibt vom Hühnchen des dritten Tages[1]) an, dass im verlängerten Marke „jedes Rückenmarksblatt" mehrere kurze Faltungen bilde, und vom vierten Tage[2]), dass diese Kräuselungen zu deutlichen Querstreifen würden.

Bischoff stellte in der Zeichnung eines median durchschnittenen Hunde-Embryo's vom 25. Tage eine scharf ausgeprägte Segmentirung des hinter der Scheitelkrümmung gelegenen Hirn-Abschnittes dar. Es sind da 7 Falten gezeichnet, die von der Seitenwand ausgehend in das Lumen medialwärts vorspringen. Vor der Scheitelkrümmung, aber noch im Bereiche des Mittelhirns, sind, wenn auch weniger deut-

1) Entwicklungsgeschichte der Thiere. Thl. I. S. 64.
2) Daselbst S. 74.

lich, drei weitere Falten gezeichnet, die aber durch einen weiten Abstand von den andern getrennt sind. Indessen weder im Texte, noch in der Tafelerklärung nimmt Bischoff von dieser Erscheinung Notiz.

Remak schildert am Hühnerembryo die bereits von Bär wahrgenommene Gliederung eingehender. Er sagt:[1]) An sie (d. h. die dritte Hirnzelle = Hinterhirn) schliesst sich eine längere, nach hinten sich zuspitzende, nur wenig aufgetriebene Abtheilung des Medullarrohrs, das Nachhirn, dessen Wände 5—6 sehr kleine symmetrische Einkerbungen darbieten." Weiter heisst es:[2]) Die beiden Seitenhälften des verlängerten Markes zeigen gleich nach ihrer Sonderung aus der Nachhirnblase 4—5 seitliche quere Einkerbungen. Dieselben entsprechen ihrer Lage nach den vor der Krümmung und Abflachung des Gehirns an derselben Stelle vorhanden gewesenen Einschnürungen (§ 28) und theilen jede Seitenhälfte des verlängerten Markes in 5—6 fast quadratische Felder. Sie erhalten sich bis zum fünften Tage und verschwinden allmählig, die hinteren früher, als die vorderen. Die quadratischen Abtheilungen des verlängerten Markes haben bei flüchtiger Beobachtung grosse Aehnlichkeit mit den Urwirbeln und man kann daher leicht in die irrthümliche Ansicht verfallen, dass die Urwirbel bis zum kleinen Gehirn hinaufreichen. Sie entsprechen ihrer Lage nach weder genau den Schlundbogen, noch auch den spinalen Hirnnerven, welche, wie wir sehen werden, mit ihnen verwachsen. Ihre Bedeutung ist mir unbekannt." —

Dursy[3]) hat die Wülste der Rautengrube bei Rindsembryonen gesehen und gibt eine Abbildung derselben nach

---

1) Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere. Berlin 1850—55. § 28.

2) Daselbst § 67.

3) Entwicklungsgeschichte des Kopfes. Tübingen 1869. Atlas. Taf. III. Fig. 15.

einem Medianschnitt durch einen Embryo von 6,5 mm Länge; es sind hier 6 faltenartige Vorsprünge zu zählen, auf die Dursy in der Tafelerklärung kurz hinweist, ohne sie im Texte zu berücksichtigen.

An einer Figur in Goette's Atlas zur Entwickelungsgeschichte der Unke[1]) sind gleichfalls Segmente der Rautengrube wahrzunehmen und zwar, was besonders zu beachten ist, an einer vollständig entwickelten Larve.

A. Dohrn weist an der Spitze seiner Schrift über den Ursprung der Wirbelthiere auch auf die Segmente der Rautengrube hin und verwerthet dieselben im Sinne seiner dort entwickelten Theorie. Ich citire seinen Ausspruch wörtlich:[2])

„Betrachtet man die ersten Stadien der Embryonalbildung eines Wirbelthieres, z. B. eines Knochenfisches, so kann man sich nur schwer dem Gedanken entziehen, dass man es mit einem in eine grosse Zahl von Segmenten gegliederten Geschöpf zu thun habe. Die sogenannten Urwirbel erscheinen als eben so viel Segmente oder Metameren, und blickt man früh genug auf die Structur des Nervensystems, so gewahrt man deutlich 8—9 Segmente in der Gegend des vierten Ventrikels, der Rautengrube. Beide Bildungen sind principiell in nichts von der früh auftretenden Gliederung eines Insecten-Embryos zu unterscheiden."

Nach einer späteren Notiz in derselben Schrift[3]) scheint sich die Angabe über die Zahl der Metameren der Rautengrube speciell auf den Embryo von Perca fluviatilis zu beziehen.

In einer vor kurzem erschienenen Arbeit über die Ent-

---

1) Atlas. Taf. VIII. Fig. 151.

2) Der Ursprung der Wirbelthiere und das Princip des Functionswechsels. Leipzig 1875. S. 1.

3) Daselbst S. 6.

wickelung der Hirnnerven der Eidechse theilt E. Béraneck[1]) mit, dass sich bei ganz jungen, 3—4 mm langen Embryonen von Lacerta agilis im Hinter- und Mittelhirn 5 Paar Wülste befinden, die durch dunkle Linien getrennt sind, und in der ventralen Mittellinie sich fast berühren. Sie sollen sich hier von der Hörblase bis in's Mittelhirn hinein erstrecken.

Eine Abbildung Béraneck's vom Boden der Rautengrube und des Mittelhirns zeigt diese Metameren in sehr ausgeprägter Weise.[2]) Sie verschwinden aber bald, denn bei Embryonen von 6 mm Länge sind sie fast ganz ausgeglichen, bei älteren konnte Béraneck keine Spur derselben mehr entdecken.[3])

Auf diese local beschränkte Metamerie des embryonalen Hirns habe ich bereits früher hingewiesen und möchte jetzt über einige weitere Beobachtungen Mittheilung machen.

Bei Forellenembryonen vom 18.—20. Tage nach der Befruchtung sah ich die Metameren der medulla oblongata sehr deutlich in der Zahl von 5 Paaren und gab eine Abbildung dieses Verhältnisses.[4]) Hier war die Abgrenzung von Hirn und Rückenmark eine vergleichsweise bestimmte und man sah die Gliederung sich nicht auf das Rückenmark weiter erstrecken. Die Querebene der hinteren Grenze des letzten Segmentes fiel mit der hinteren Grenze der Gehörblase zusammen.

Sagittale Durchschnitte durch solche Embryonen zeigen im Bereich des Mittelhirns noch 3 Paar Segmente, die sich wie die der medulla oblongata verhalten, d. h. es sind durch quere Furchen von einander getrennte Wülste am Boden und

1) E. Béraneck. Recherches sur le développement des nerfs craniaux chez les Lézards. Recueil zoologique suisse. T^me I. p. 557.

2) l. c. Pl. XXIX. Fig. 3.

3) l. c. p. 560.

4) Die Gastrulation an den meroblastischen Eiern etc. Arch. f. Anatom. und Physiol. Anat. Abthlg. 1884. S. 37. Taf. II. Fig. 17.

der Seitenwand des Neuralrohrs. In der Medianlinie des Bodens werden dieselben durch eine Längsrinne in den rechten und linken Antheil jedes Paares geschieden. Die Sagittalschnitte lehren, dass ein solcher Wulst nicht allein als Verdickung der Wand entsteht, sondern dass zugleich eine Einfaltung der verdickten Wand nach innen gegen das Lumen erfolgt.

Von einem Stichlingsembryo besitze ich eine bei Gelegenheit älterer Untersuchungen angefertigte Zeichnung, die ganz ähnliche Verhältnisse aufweist. Die Entwicklungsstufe dieser Embryonen fiel mit der der besprochenen Forellenembryonen ungefähr zusammen. Auch hier war das Hirn deutlich in Vorder-, Mittel- und Hinterhirn gegliedert, das Cerebellum als schmale quere Leiste an der Vordergrenze des Hinterhirnes zu sehen, die Linse hing noch durch einen Stiel mit der Epidermis zusammen, die Brustflossen waren in erster Anlage vorhanden, in der Cutisschicht zeigten sich bereits einzelne Pigmentzellen. An dem Hinterhirn gestattete die dünne Decke den Einblick auf den Boden und die Seitenwand, die Grenze von Hirn und Rückenmark lag aber nicht so präcise vor, wie bei den Forellenembryonen, der Uebergang des Hinterhirns in das Rückenmark war ein ganz allmähliger. Man konnte nun zwischen der Anlage des Cerebellum und der hinteren Grenze der Gehörblase 5 Segmente zählen, aber darüber hinaus, d. h. caudalwärts, waren noch 3—4 Paare mit abnehmender Deutlichkeit zu unterscheiden. Ganz sicher liess sich constatiren, dass die Segmentirung in's Gebiet des Mittelhirns hinein fortschritt, aber da ich damals sagittale Durchschnitte nicht anfertigte, liess sich die Zahl dieser vorderen Segmente nicht bestimmen.

Auch bei Säugethierembryonen ist eine Metamerie in begrenzter Ausdehnung nicht zu verkennen. Bei einem menschlichen Embryo von circa 3 Wochen sehe ich in der Rautengrube 5 Paar Wülste, die sich von der Mittellinie quer über den Boden erstrecken und an den Seitenwänden emporsteigen.

Dasselbe ist bei Schaf- und Mäuseembryonen in einer bestimmten Periode anzutreffen. Bei diesen Embryonen erreicht die Gliederung nicht das hintere Ende des Calamus scriptorius, sondern hört ungefähr in der Mitte der Rautengrube auf. Nach vorn aber schliessen sich an diese 5 Paar noch 2—3 weitere an, die in's Mittelhirn hineinreichen, wie an Sagittalschnitten zu sehen ist. —

Ueber die Embryonen von Elasmobranchiern und Stören fehlen mir entsprechende Erfahrungen. Ich weiss auch nicht, in welcher Entwicklungsperiode die als lobi nervi vagi bezeichneten Anschwellungen auftreten, die perlschnurförmig an einander gereiht an der Seitenwand der Rautengrube bei erwachsenen Haien und beim Stör sich finden. —

Ist nun diese so allgemein zu beobachtende, aber local und zeitlich begrenzte Gliederung der Rest einer primären allgemeinen Metamerie des Neuralrohrs älterer Vertebratenformen, oder handelt es sich dabei um eine secundäre Erscheinung, die nur durch besondere local sich geltend machende Verhältnisse bedingt wird?

So wahrscheinlich die erstere Annahme erscheinen mag, so spricht doch auch Manches dagegen. Vor Allem das relativ späte Erscheinen dieser Segmente. In den erwähnten Fällen sieht man dieselben erst nach dem vollständigen Schlusse des Neuralrohrs und nachdem die Dreigliederung des Hirns erfolgt ist. Die Segmentirung des Mesoderms und auch der Ganglienleiste tritt weit früher ein, als diese Metameren in den hinteren Abschnitten des Hirns auftreten.

Unter diesen Umständen boten Beobachtungen, die ich an zwei Eiern von Salamandra atra zu machen Gelegenheit hatte, ein besonderes Interesse dar, da hier kein Zweifel darüber bestehen konnte, dass es sich thatsächlich um eine primäre Metamerie der Anlage des Centralnervensystems handelte. Die beiden Eier stammten von zwei Weibchen und boten fast ganz gleiche Verhältnisse dar. Man sah nichts

Anderes als die Medullarplatte mit leicht erhöhten Rändern, von Urwirbeln war keine Spur wahrzunehmen, der Blastoporus, noch offen, fand sich am hinteren Ende der Anlage, aber deutlich im Bereich der Medullarplatte. Diese umspannte mehr als 180° im Meridian des Eies und zeigte die Anlage von Hirn und Rückenmark deutlich abgegrenzt. Die Hirnplatte war regelmässig elliptisch, von einem niedrigen Rande vorn und seitlich umgrenzt, an dieselbe fügte sich die Anlage des Rückenmarks als beträchtlich schmälerer Streifen an, der bis zum hinteren Ende fast genau die gleiche Breite behielt. Der leicht erhöhte Rand der Hirnplatte säumte in seiner Fortsetzung jederseits die Anlage des Rückenmarkes und begrenzte bogenförmig das hintere Ende. In der Medianlinie verlief in ganzer Länge vom vorderen Rande bis zum Blastoporus die primäre Medullarrinne. Beiderseits von derselben zeigten sich in sehr regelmässiger Anordnung, durchaus symmetrisch, quere Furchen, die bis an den begrenzenden Rand reichend, jede Hälfte der gesammten Anlage in durchweg gleich lange Segmente gliederten.

Nachdem die Eier in ¹/₈ proc. Chromsäure und darauf in Alcohol gehärtet waren, erschien die Gliederung besonders deutlich und man konnte genaue Zählungen vornehmen. Es ergab sich, dass auf die Anlage des Hirns 8 Paar Segmente kamen. Die hintere Grenze des 8. Paares fiel mit der Grenze des Hirns gegen das Rückenmark zusammen. Schwieriger war es, an der streifenförmigen Anlage des Rückenmarkes eine genaue Zählung vorzunehmen, weil bei einer fixirten Stellung des Eies diese Anlage nicht in ganzer Länge übersehen werden konnte, man musste dazu das Ei unter der Loupe rotiren. Durch wiederholtes Zählen konnte ich an dem einen Ei 14, an dem andern 13 Paar Metameren ermitteln. Allein in beiden Fällen erreichte die Gliederung noch nicht das hintere Ende, es blieb vielmehr zwischen dem letzten Paar und dem Blastoporus ein kurzer noch ungeglie-

derter Abschnitt. Der Blastoporus als kleine runde Oeffnung lag unmittelbar vor dem Randbogen, der das hintere Ende umgrenzte. Es wäre wohl unzulässig, aus einer Vergleichung der Länge des ungegliederten Abschnittes mit der Länge der deutlich ausgeprägten Metameren eine Ergänzung der Zahl auszuführen, da ja ein fortschreitendes Längenwachsthum dieses Abschnittes während seiner erfolgenden Giederung nicht ausgeschlossen ist. So aber, wie derselbe vorlag, überschritt seine Länge jedenfalls nicht die von 2 bis höchstens 3 Metameren.

Die nächste weiter vorgeschrittene Entwicklungsstufe von S. atra, die mir zu Gesichte gekommen ist, zeigte den Schluss des Neuralrohres zwar noch nicht vollständig, aber doch bereits so weit erfolgt, dass die Rückenwülste sich in ihrer ganzen Länge an einander gelegt hatten, man konnte den Boden der Furche nicht mehr sehen. Aeusserlich war eine Segmentirung nicht zu erkennen und sagittale Durchschnitte ergaben kein besseres Resultat.

Es hat mich überrascht, dass die Zahl der Metameren an der frühesten Anlage des Hirns bei Salamandra atra mit der Zahl der Metameren, die ich im Hinterhirn und Mittelhirn der Forellenembryonen zusammen antreffe, genau übereinstimmt. In beiden Fällen sind es 8 Paare und diese Uebereinstimmung ist um so bemerkenswerther, als sich, wie erwähnt, bei ersterem Objecte die Anlage des Hirnes ganz scharf von der des Rückenmarkes absetzt.

Der Schluss liegt daher nahe, dass diese Hirnplatte bei S. atra in ihrer Gesammtheit nur dem Hinterhirn und Mittelhirn entspricht, das primäre Vorderhirn aber nicht mehr zu dem in Metameren gegliederten Abschnitte des Hirns zu rechnen ist. Für diesen Abschnitt aber scheint die Zahl 8 eine fundamentale Bedeutung zu haben.

Ich werde an einem anderen Orte die Abbildungen veröffentlichen, die die hier geschilderten Verhältnisse illustriren.

Verzeichniss der eingelaufenen Druckschriften

Juli bis December 1885.

Die verehrlichen Gesellschaften und Institute, mit welchen unsere Akademie in Tauschverkehr steht, werden gebeten, nachstehendes Verzeichniss zugleich als Empfangsbestätigung zu betrachten. — Die zunächst für die I. und III. Classe bestimmten Druckschriften sind in deren Sitzungsberichten 1885 Heft 4 verzeichnet.

Von folgenden Gesellschaften und Instituten:

State Museum of Natural History in Albany N.-Y.:

33th — 37th Annual Report. 1880—84. 8⁰.

Genootschap Natura artis magistra in Amsterdam:

Bijdragen tot de Dierkunde. 12e aflevering, 3e gedeelte. 1885. fol.

Johns Hopkins University in Baltimore:

American Journal of mathematics. Vol. VII. Nr. 4. Vol. VIII. Nr. 1. 1885. 4⁰.
American Chemical Journal. Vol. 7. Nr. 2. 4. 8. 1885. 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Basel:

Verhandlungen. Theil VII. Heft 3. 1885. 8⁰.

Kgl. Natuurkundige Vereeniging in Nederlandsch Indie in Batavia:

Natuurkundig Tijdschrift. Deel 44. 1885. 8⁰.
Catalogus der Bibliotheek van de Kgl. natuurkundige Vereeniging. 1884. 8⁰.

Observatory in Batavia:

Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indië. 6. Jaargang 1884. 1885. 8⁰.
Observations. Vol. VI. part. 1. 2. 1885. fol.

Deutsche chemische Gesellschaft in Berlin:

Berichte 18. Jahrg. Nr. 11—17. 1885. 8⁰.

Deutsche geologische Gesellschaft in Berlin:

Zeitschrift. Bd. 37. Heft 2. 1885. 8⁰.

Zeitschrift für Instrumentenkunde in Berlin:

Zeitschrift. 5. Jahrg. Heft 7—12. Juli—Decbr. 1885. 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Bern:

Mittheilungen. 1884. Heft 3. 1885. Heft 1. 1885. 8⁰.

Schweizerische Gesellschaft f. d ges. Natur-Wissenschaften in Bern:

Verhandlungen in Luzern 16. 17. und 18. September 1884. 67. Jahresversammlung. Luzern 1884. 8⁰.
Compte-rendu des travaux etc. Genève 1884. 8⁰.

Birmingham Philosophical Society in Birmingham:

Proceedings. Vol. IV. part. 2. 1885. 8⁰.

Gewerbeschule zu Bistritz in Siebenbürgen:

XI. Jahresbericht f. 1884/85. 8⁰.

Naturhistorischer Verein in Bonn:

Verhandlungen. Jahrg. 42. 1. Hälfte u. Register zu Bd. 1—40. 1885. 8⁰.

Société de géographie commerciale in Bordeaux:

Bulletin. 1885. Nr. 13—24. 1885. 8⁰.

American Academy of arts and sciences in Boston:

Proceedings. Vol. XX. 1885. 8⁰.
Memoirs. Vol. XI. Part. II. Nr. 1. Cambridge 1885. 4⁰.

Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur in Breslau:

62. Jahresbericht f. d. Jahr 1884. 1885. 8⁰.

Royal Society of Queensland in Brisbane:

The Proceedings. Vol. I. part. 2. 3. 1884/85. 8⁰.

Académie Royale de médecine in Brüssel:

Bulletin IIIᵉ Série tom. XIX. Nr. 5—11. 1885. 8⁰.

Société malacologique in Brüssel:

Annales. Tom. 15. 19. 1880—84. 8⁰.

Instituto y Observatorio de marina de San Fernando in Cadiz:

Anales. Seccion 2ª. Año 1884. 1885. fol.

Geological Survey of India in Calcutta:

Memoirs. Vol. XXI. part 1. 2. 1884. 4⁰.
Palaeontologia Indica. Ser. IV. Vol. I. part 4. Ser. X. Vol. III, part 5, Ser. XIII. Vol. I. part 4. fasc. 3. 4. Ser. XIV. Vol. I. part. 3. 1884. fol.

Meteorological Department of the Goverment of India in Calcutta:

Report on the Meteorology of India in 1882 by Henry F. Blanford. 8th year. 1884. fol.
Description of the Stations. 1885. fol.
Meteorological Observations. January—May 1885. fol.

Geological Museum in Calcutta:

Records of the Geological Survey of India. Vol. 18. part 3. 1885. 4⁰.

Indian Museum in Calcutta:

Hand List of Mollusca. Part. II. 1884. 8⁰.

Philosophical Society in Cambridge:

Proceedings. Vol. V. part 4. 1885. 8⁰.

Museum of comparative Zoölogy at Harvard College in Cambridge:

Bulletin. Vol. XI. Nr. 11. Vol. XII. Nr. 1. 2. 1885. 8⁰.
25th annual Report for 1884—85. 1885. 8⁰.

Ensayo médico in Caracas:

El Ensayo médico. Año II. Tom. I. Nr. 28 u. 29. 1885. 4⁰.

American Medical Association in Chicago:

Journal. Vol. IV. Nr. 25—26. Vol. V. Nr. 1—24. 1885. gr. 8⁰.

Norwegische Gradmessungs-Commission in Christiania:

Vandstandsobservationer. Heft III. 1885. 4⁰.
Geodätische Arbeiten. Heft IV. 1885. 4⁰.

Norwegian North-Atlantic Expedition in Christiania:

Den Norske Nordhavs-Expedition 1876—1878. XIV. Zoologi. Crustacea ved G. O. Sars. 1885. fol.

Naturforschende Gesellschaft Graubündens in Chur:

Jahresbericht. Neue Folge. XXVIII. Jahrg. 1883/84. 1885. 8⁰.

Observatory in Cincinnati:

Publications. Observations of the Comets of 1883 by H. C. Wilson and J. G. Porter. 1885. 8⁰.

Chemiker Zeitung in Cöthen:

Chemiker Zeitung 1885. Nr. 52—101. 1885. Fol.

Naturforschende Gesellschaft in Danzig:

Schriften. Neue Folge. Bd. VI. Heft 2. 1885. 8⁰.

Colorado Scientific Society in Denver, Colo:

Proceedings. Vol. I. 1883 and 1884. 1885. 8⁰.

Union géographique du Nord de la France in Douai:

Bulletin 6e année Nr. 2. (Février 1885.) 1885. 8⁰.

Verein für Erdkunde in Dresden:

XXI. Jahresbericht. 1885. 8⁰.

Dun Echt Observatory in Dun Echt, Aberdeen:

Publications. Vol. 3. 1885. 4⁰.

Geological Society in Edinburgh:

Transactions. Vol. V. part 1. 1885. 8⁰.
do. Vol. IV. part 3. 1883. 8⁰.

Royal Physical Society in Edinburgh:

Proceedings. Vol. VIII. part 2. 1884—85. 8⁰.

Reale Accademia dei Georgofili in Florenz:

Atti. Vol. XII. 1. XIV. 3. 4. XV. XVI. 1865—70.
do. 4a Serie. Vol. I—VII. VIII. 1. 2. 3. 1871—1885. 8⁰.

Physikalischer Verein in Frankfurt a/M.:

Jahresbericht f. d. J. 1883—84. 1885. 8⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Freiburg i./Br.:

Berichte. Bd. VIII. 3. 1885. 8⁰.

Observatoire in Genf:

Résumé météorologique de l'année 1884 pour Genève et le Grand Saint-Bernard par E. Gautier und A. Kammermann. 1885. 8⁰.

Natuurwetenschappelijk Genootschap in Gent:

Natura. 3. Jaarg. 1885. Lief. 8. 9. 10. 8⁰.

Geological Society in Glasgow:

Vol. VII. Part II. 1882—83 und 1883—84. 1885. 8⁰

Justus Perthes' geographische Anstalt in Gotha:

Justus Perthes in Gotha 1785—1855. 4⁰.

Verein der Aerzte in Steiermark zu Graz:

Mittheilungen. XXI. Vereinsjahr 1884. 1885. 8⁰.

Archiv der Mathematik und Physik in Greifswald:

Archiv. II. Reihe. Bd. II. Heft 3. 4. 1885. 8⁰.

Kaiserlich Leopold. Carol. Deutsche Akademie der Naturforscher in Halle:

Leopoldina. Heft XXI. Nr. 11—20. 1885. 4⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen in Halle:

Zeitschrift für Naturwissenschaften Bd. 58. Heft 2. 3. 4. 1885. 8⁰.

Naturhistorische Gesellschaft in Hannover:

33. Jahresbericht für das Jahr 1882—83. 1884. 8⁰.

Teyler's Genootschap in Harlem:

Archives du Musée Teyler. Ser. II. Vol. 2. part 2. 1885. gr. 8⁰.

Société Hollandaise des Sciences in Harlem:

Archives Néerlandaises des sciences exactes et naturelles. Tom. 20. livr. 1. 2. 3. 1885. 8⁰.

Naturhistorisch medicinischer Verein in Heidelberg:

Verhandlungen N. F. Bd. III. Heft 4. 1885. 8⁰.

Finländische Gesellschaft der Wissenschaften in Helsingfors:

Bidrag till kännedom of Finnlands Natur och Folk. Heft 39—42. 1884—85. 8⁰.

Siebenbürgischer Verein für Naturwissenschaften in Hermannstadt:

Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrg. XXXV. 1885. 8⁰.

Naturwissenschaftlich medizinischer Verein in Innsbruck:

Berichte. 14. Jahrgang 1883/84. 8⁰.

Ministerial-Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel:

Ergebnisse der Beobachtungs-Stationen. Jahrg. 1884. Heft 4—12. 1885. 4⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein für Schleswig-Holstein in Kiel:

Schriften. Bd. VI. Heft 1. 1885. 8⁰.

Naturhistorisches Landesmuseum von Kärnten in Klagenfurt:

Diagramma der magnetischen und meteorologischen Beobachtungen. Witterungsjahr 1884. fol.

Akademie der Wissenschaften in Krakau:

Sparwozdani Komisyi fizyjograficznéj. Tom. 19. 1885. 8⁰.

Société Vaudoise des Sciences naturelles in Lausanne:

Bulletin. 2ᵉ Serie. Vol. XXI. Nr. 92. 1885. 8⁰.

Astronomische Gesellschaft in Leipzig:

Vierteljahrsschrift. 20. Jahrg. Heft 1. 2. 3. 1885. 8⁰.

K. Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften in Leipzig:

Berichte. Mathem.-phys. Classe 1884. I. II. 1885. I. II. 1884—85. 8⁰.
Abhandlungen. „ „ „ Bd. XIII. Nr. 2—4. 1884—85⁰. 4⁰.

Journal für praktische Chemie in Leipzig:

Journal. N. F. Bd. 31. Heft 8—11. Bd. 32. Heft 1—10. 1885. 8⁰.

K. Sächsisches meteorologisches Institut in Leipzig:

Jahrbuch. 2. Jahrg. 1884. 1885. 4⁰.

Naturforschende Gesellschaft in Leipzig:

Sitzungsberichte. Jahrg. 11. 1884. 1885. 8⁰.

K. K. Bergakademie in Leoben:

Programm für das Studienjahr 1885/86. Wien 1885. 8⁰.

Royal Institution of Great Britain in London:

Proceedings. Vol. XI. part I. 1885. 8⁰.

Royal Society in London:

Philosophical Transactions for the year 1884. Vol. 175. part I. II. 1884. 4⁰.
Proceedings. Vol. 37. Nr. 232—234. Vol. 38. Nr. 235—238. Vol. 39. Nr. 239. 1884—85. 8⁰.
List of Members 1st December 1884. 4⁰.

Royal Astronomical Society in London:

Monthly Notices. Vol. 45 Nr. 8. 9. Vol. 46 Nr. 1. 1885. 8⁰.
Memoirs. Vol. 48. part 2. 1884. 4⁰.

Chemical Society in London:

Journal. Nr. 272—277. Juli—December 1885. 1885. 8⁰.
Abstracts of the Proceedings 1885—86. Nr. 15. 16. 1885. 8⁰.

Linnean Society in London:

Transactions. Zoology. Vol. II. part. 11. 13. 14. Vol. III. part. 2. 3.
Botany. Vol. II. part. 8. 1884—85. 4⁰.
Journal. Zoology Vol. 17. Nr. 103. Vol. 18. Nr. 104—107.
Botany Vol. 21. Nr. 134—137. 1884—85. 8⁰.
List of the Linnean Society. 1884—85. 8⁰.

Royal Microscopical Society in London:

Journal. Ser. II. Vol. V. part 4. 5. 6. 1885. 8⁰.

Zoological Society in London:

Proceedings. 1885. part I. II. III. 1885. 8⁰.
Transactions. Vol. XI. part 10. 1885. 4⁰.

Her Majesty's Stationery office in London:

Report of the scientific Results of the Voyage of H. M. S. Challenger. Botany. Vol. I. Zoology. Vol. XII. 1885. 4⁰.

Société Royale des Sciences in Lüttich:

Mémoires. IIe Série. Tom. XII. Bruxelles 1885. 8⁰.

Government Observatory in Madras:

Telegraphic Determinations of the Difference of Longitude between Karachi etc. and the Government Observatory at Madras, by Norman R. Pogson. 1884. 4⁰.

Magnetical Observations made at the Observatory at Madras. 1851—1855. 1884. 4⁰.

Magnetical Observations made at the Observatory at Singapore. 1841—1845. 1851. 4⁰.

Meteorological Reporter to the Government of Madras:

Administration Report for the year 1884—85. 1885. 8⁰.

Naturwissenschaftlicher Verein in Magdeburg:

13—15. Jahresbericht 1882—1884. 1885. 8⁰.

Società Italiana di scienze naturali in Mailand:

Atti. Vol. 27. fasc. 1—4. 1884—85. 8⁰.

Verein für Naturkunde in Mannheim:

50. und 51. Jahresbericht für die Jahre 1883 und 84. 1885. 8⁰.

Royal Society of Victoria in Melbourne:

Transactions and Proceedings. Vol. XXI. 1885. 8⁰.

Sociedad de historia natural in Mexico:

La Naturaleza. Tomo 7. entr. 5—8. 1885. 8⁰.

Società dei Naturalisti in Modena:

Atti. Memorie. Serie III. Vol. 2. 3. 1883—84. 8⁰.

Atti. Rendiconti. Serie III. Vol. I. pag. 105—140. Vol. II. pag. 1—88. 1883—1884. 8⁰.

Natural History Society in Montreal:

The Canadian Record of Science. Vol. I. Nr. 3. u. 4. 1885. 8⁰.

Société Impériale des Naturalistes in Moskau:

Bulletin. Année 1884. Nr. 3. 1885. 8⁰.

Deutsche Gesellschaft für Anthropologie in Berlin und München:

Correspondenzblatt. 16. Jahrg. 1885. Nr. 7—10. München 1885. 4⁰.

K. technische Hochschule in München:

Programm für das Jahr 1885/86. 1885. 8⁰.

Bericht für das Jahr 1884—85. 4⁰.

Zentral-Kommission für wissenschaftliche Landeskunde von Deutschland in München:

Bericht für das Jahr 1884/85. 1885. 8⁰.

Zoologische Station in Neapel:

Mittheilungen. Bd. VI. Heft 2. Berlin 1885. 8⁰.

N. of E. Institute of min. and mech. Engineers in New-Castle-upon-Tyne:

Transactions. Vol. 34. part 4. 5. 6. 1885. 8⁰.

Connecticut Academy of Arts und Sciences in New-Haven:

Transactions. Vol. VI. part 1. 1885. 8⁰.

American Journal of Science in New-Haven:

The American Journal of Science. Vol. 29. Nr. 172—176. April—July 1885. 1885. 8⁰.

Academy of sciences in New-York:

Annals. Vol. III. Nr. 3—6. 1883—84. 8⁰.

Medical Society of the State of New-York in New-York:

Anniversary Adress at its 75 th annual Meeting by William H. Barley. Syracuse 1881. 8⁰.

American geographical Society in New-York:

Bulletin. 1885. Nr. 1. 8⁰.

Nederlandsche botanische Vereeniging in Nijmegen:

Nederlandsch kruidkundig Archief. Deel IV. Stuk 3. 1885. 8⁰.

Naturhistorische Gesellschaft in Nürnberg:

Jahresbericht 1884. 1885. 8⁰.

Neurussische Naturforscher Gesellschaft in Odessa:

Sapiski (Abhandlungen) Bd. VIII. 1. 2. IX. 1. 2. X. 1. 1882—85. 8⁰.

Società Veneto-Trentina di scienze naturali in Padua:

Bullettino, Tom. 3. Nr. 3. (Luglio 1885.) 8⁰.

Circolo matematico in Palermo:

Rendiconti. Marzo 1884—Marzo 1885. 8⁰.

Società di scienze naturali ed economiche in Palermo:

Giornale di scienze naturali ed economiche. Vol. XVI. (1883—84.) 1884. 8⁰.

Académie de médecine in Paris:

Bulletin. 1885. Nr. 26—51. 8⁰.

Académie des sciences in Paris:

Comptes rendus. Tom. 100. Nr. 26.
„ „ „ 101. Nr. 1—25. 1885. 4⁰.

Oeuvres complètes d'Augustin Cauchy. Sér. I. tom. 5. 1885. 4⁰.

Bureau international des poids et mesures in Paris:

Travaux et Mémoires. Tom. 4. 1885. 4°.

Moniteur scientifique in Paris:

Moniteur scientifique. Livr. 524—528. Août—Décembre 1885. 4°.

Revue internationale de l'Électricité in Paris:

Revue etc. Année I. Nr. 1—5. June—Octobre 1885. gr. 8°.

Société d'anthropologie in Paris:

Bulletins. 3e Série. tom. VIII. fasc. 2. 3. 1885. 8.

Société de géographie in Paris:

Comptes rendus 1885. 14—18. 8°.
Bulletin. 2e trimestre 1885. 8°.

Société zoologique de France in Paris:

Bulletin 1885. 1e Partie. 1885. 8°.

K. Ungarische geologische Anstalt in Pest (Budapest):

Földtani Közlöny. Bd. XV. 6—10. 1885. 8°.
János Böckh, A. Magyar Királyi, Földtani Intézet. 1885. 8°.
Die k. Ungarische geologische Anstalt von Joh. Böckh. 1885. 8°.

K. Ungarische naturwissenschaftliche Gesellschaft in Pest:

Die Vergangenheit und Gegenwart der k. ungar. naturwissenschaftl. Gesellschaft. 1885. 8°.

Comité géologique in St. Petersburg:

Trudy. Vol. I. Nr. 4. II. Nr. 2. III. Nr. 1. 1885. 4°.
Iswestija 1885. Nr. 6. 7. 1885. 8°.

Chemisch-physikalische Gesellschaft der Kais. Universität in St. Petersburg:

Schurnal. Tom. XVII. fasc. 6. 7. 1885. 8°.

Academy of natural Sciences in Philadelphia:

Proceedings. 1885. Part II. 4°.

Alumni Association in Philadelphia:

21th annual Report of the Alumni Association of Pharmacy. 1885. 8°.

American Philosophical Society in Philadelphia:

Proceedings. Vol. XXII. Nr. 117—119. 1885. 8°.

Second geological Survey of Pennsylvania in Philadelphia:

Reports. 40 Voll. 1885. 8°.

Società Toscana di scienze naturali in Pisa:

Atti. Processi verbali. Vol. IV. p. 231—262. 1885. 8⁰.
Atti. Memorie. Vol. VI. fasc. 2. 1885. 8⁰.

R. Scuola superiore d'agricoltura in Portici:

Annuario. Vol. IV. 1884. fasc. 4. Napoli 1885. gr. 8⁰.

Astrophysikalisches Observatorium in Potsdam:

Publicationen. Bd. IV. Theil I. 1885. 4⁰.

K. böhmische Gesellschaft der Wissenschaften in Prag:

Bericht über die mathematischen und naturwissenschaftlichen Publikationen der k. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften von F. J. Studnička. Heft I. II. 1884—85. 8⁰.

K. K. Sternwarte in Prag:

Magnetische und meteorologische Beobachtungen. 45. Jahrg. 1884. 1885. 4⁰.

Verein böhmischer Mathematiker in Prag:

Časopis. Bd. XIV. Nr. 1—6. 1885. 8⁰.

Naturforschender-Verein in Riga:

Korrespondenzblatt. XXVIII. 1885. 8⁰.

Reale Accademia dei Lincei in Rom:

Osservazioni meteorologiche fatte al R. Osservatorio del Campidoglio dal Luglio al Dicembre 1884. 1885. 4⁰.

R. Comitato geologico d'Italia in Rom:

Bolletino 1885. Nr. 5—10. 1885. 8⁰.

Società Italiana delle scienze in Rom:

Memorie di matematica e di fisica. 3ª Serie. Tom V. Appendice. Napoli 1885. 4⁰.

Essex Institute in Salem:

Bulletin. Vol. 15. 16. 1883—84. 8⁰.

Royal Society of New-South-Wales in Sidney:

Journal and Proceedings. Vol. XVIII. 1884. 1885. 8⁰.

Botanischer Verein „Irmischia" in Sondershausen:

Irmischia. 5. Jahrg. 1885. Nr. 3—9. 1885. 8⁰.

Bureau de la recherche géologique in Stockholm:

Sveriges Geologiska Undersökning. Ser. Aa. Kartblad. Nr. 87. 93. 95. 96. Ser. Ab. Kartblat Nr. 8. Ser. C. Afhandlingar Nr. 67. 68. 70—77. Stockholm 1885. 4⁰ und 8⁰ mit Karten.

Société des sciences in Strassburg:

Bulletin mensuel. Tom. XIX. Juillet—Novembre 1885. 8⁰.

Observatorio astronómico nacional in Tacubaya (Mexiko):

Anuario. Año VI. 1886. 1885. 8⁰.

Bergverwaltung in Kaukasien und Transkaukasien zu Tiflis:

Materialy dlä geologii Kaukasa 1879—83. 1885. 8⁰.

Physikalisches Observatorium in Tiflis:

Magnetische Beobachtungen im Jahre 1883. 1885. 8⁰.
Meteorologische Beobachtungen in d. Jahren 1883 und 1884. 1884—85. 8⁰.
Beobachtungen der Temperatur des Erdbodens in d. Jahren 1881. 1882 u. 1883. 1885. 8⁰.

Canadian Institute in Toronto:

Proceedings. 3. Ser. Vol. III. fasc. 2. 1885. 8⁰.

R. Accademia delle Scienze in Turin:

Bollettino dell' Osservatorio della Regia Università di Torino. Anno XIX (1884). 1885. 4⁰.

Universität Upsala:

Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique. Vol. XVI. 1884 bis 1885. 4⁰.

Smithsonian Institution in Washington:

Contributions to Knowledge. Vol. 24. 25. 1885. 4⁰.

Department of Agriculture of the United States in Washington:

Report of the Commissioner of Agriculture for the year 1884. 8⁰.

Surgeon-General's Office, U. St. Army in Washington:

Index Catalogue of the Library. Vol. 6. 1885. gr. 8⁰.

United States Geological Survey in Washington:

Monographs. IV—VIII. 1883—84. 4⁰.
Bulletin. Nr. 2—6. 1883—85. 8⁰.

Secretary of War in Washington:

Professional Papers of the Signal Service. Nr. XIII. XV. 1884. 4⁰.

Landwirthschaftliche Zentralschule in Weihenstephan:

Jahresbericht pro 1884/85. Freising 1885. 8⁰.

K. K. Central-Anstalt für Meteorologie in Wien:

Jahrbücher. Jahrgang 1885. Bd. 28. 1885. 4⁰.

K. K. geologische Reichsanstalt in Wien:

Jahrbuch. Bd. 25. Jahrg. 1885. Heft 2. 3. 1885. 4⁰.
Verhandlungen 1885. Heft 8. 9. 1885. 4⁰.

Anthropologische Gesellschaft in Wien:

Mittheilungen. Bd. XV. Heft 1. 1885. 8⁰.

K. K. Gesellschaft der Aerzte in Wien:

Medizinische Jahrbücher. Jahrg. 1885. Heft II. III. 8⁰.

Zoologisch botanische Gesellschaft in Wien:

Verhandlungen. Bd. 35. 1. Halbjahr. 1885. 8⁰.

Deutsche Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens in Yokohama.

Mittheilungen 32. u. 33. Heft. Mai u. August 1885. fol.

Naturforschende Gesellschaft in Zürich:

Vierteljahrschrift. Jahrg. 26—29. 1881—84. 8⁰.

Von folgenden Privaten:

Herrn Alexander Aggasiz in Boston:

Embryologie of the Ctenophorae. Cambridge 1874. 4⁰.

Herrn Leo Anderlind in Pompeji:

Der Einfluss der Gebirgswaldungen im nördl. Palästina auf die Vermehrung der wässerigen Niederschläge daselbst. 1885. 8⁰.

Herrn Charles A. Ashburner in Philadelphia:

Brief Description of the Anthracite Coal Fields of Pennsylvania. 1884. 8⁰.
The Publications of the second Geological Survey of Pennsylvania. 1885. 8⁰.

Herrn James D. Dana in New-Haven, Conn.:

Origin of Coral Reefs and Islands. 1875. 8⁰.

Herrn K. Haushofer in München:

Mikroskopische Reactionen. Braunschweig 1885. 8⁰.

Herrn Gustavus Hinrichs in Jowa-City:

Report of the Jowa Weather Service. 1881 Sept.—Dec. 1882 Jan.—April. May—August, Sept.—Dec. Des Moines 1882—85. 8⁰.
Third biennial Report of the Central Station of the Jowa Weather Service. Des Moines 1883. 8⁰.
Bulletin of the Jowa Weather Service. 1883. 8⁰.
The Seasons in Jowa and a Calendar for 1884. 1884. 8⁰.

Herrn Georges Humbert in Paris:

Thèses présentées à la faculté des Sciences de Paris. 1885. 4⁰.

Herrn E. Ketteler in Bonn:

Theoretische Optik. Braunschweig 1885. 8⁰.

Herrn V. P. Kluk-Kluczycki in Krakau:

Umsturz irrthümlicher Schullehren. I. 1885. 8⁰.

Herrn Dr. Lender in Berlin:

Die Gase und ihre Bedeutung für den menschlichen Organismus. 1885. 8⁰.

Herrn H. Carvill Lewis in Montreal:

A great Trap Dyke across Southeastern Pennsylvania. 1885. 8⁰.
Marginal Kames. Philadelphia 1885. 8⁰.

Herrn E. von Meyer in Leipzig:

Zur Erinnerung an Hermann Kolbe. 1885. 8⁰.

Herrn Baron Ferdinand von Müller in Melbourne:

Index perfectus ad C. Linnaei species plantarum. 1880. 8⁰.
Descriptive Notes on Papuan Plants. VI. 1885. 8⁰.
Systematic Census of Australian Plants. 2d annual Supplement (for 1884.) 1885. 8⁰.

Herrn Ladisláu Netto in Rio di Janeiro:

Conférence faite au Muséum national. 1885. 4⁰.

Herrn Rodrigo de Bonaventura Martins Pereira in Lissabon:

Le Rotation et le Mouvement curviligne. 1885. 4⁰.

Herrn Adolf Petermann in Frankfurt:

Zahnärztlicher Almanach. 1885. 8⁰.

Herrn G. vom Rath in Bonn:

Arizona. Studien und Wahrnehmungen. Heidelberg 1885. 8⁰.

Herrn Dr. Saint Lager in Lyon:

Recherches historiques sur les mots „plantes mâles et plantes femelles". Paris 1884. gr. 8⁰.

Herrn Otto Struve in Pulkowa:

Jahresbericht des Directors der Sternwarte f. d. J. 1882/83, 83/84 und 84/85. St. Petersburg 1884—85. 8⁰.
Die Beschlüsse der Washingtoner Meridianconferenz von Otto Struve. St. Petersburg 1885. 8⁰.
Tabulae quantitatum Besselianarum pro annis 1885—1889 ed. Otto Struve. Petropoli 1885. 8⁰.

Herrn T. N. Thiele in Kopenhagen:

Bestimmung der Längen-Differenz zwischen Lund und Kopenhagen. Lund 1885. 4⁰.

Baneberegning for Planeter ved en Modification af de Kepplerke Love. 1884. 8⁰.

Herrn William Topley in London:

The national Geological Surveys of Europe. 1885. 8⁰.

Herrn August Weismann in Freiburg i. B.:

Die Continuität des Keimplasmas. Jena 1885. 8⁰.

Herrn Rudolf Wolf in Zürich:

Astronomische Mitteilungen Nr. LXIV. 1885. 8⁰.

Namen-Register.

Sach-Register.

Corrigenda.

Seite 164 Zeile 14 von oben muss es heissen: In seiner Abhandlung „über den natürlichen Zusammenhang der organischen mit den unorganischen Verbindungen 1859".

Seite 167 Zeile 20 von oben statt „24" muss es heissen „25".

Inhaltsverzeichniss

der

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften.

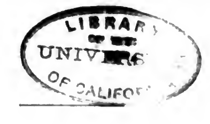
Jahrgang 1871—1885.

München.
Akademische Buchdruckerei von F. Straub.
1886.

In Commission bei G. Franz.

Vorbemerkung.

Die mit * bezeichneten akad. Vorträge sind nicht in den Sitzungsberichten, sondern in den Denkschriften in 4^0 oder anderwärts gedruckt. — Die zwischen Jahres- und Seitenzahl stehende Zahl bezieht sich auf das betr. Heft der Sitzungsberichte.






MATH-
STAT.
LIBRARY
U C BERKELEY LIBRARIES
C036240482



